KURZER

TFADEN DER REFRACTIONS-
ACCOMMODATIONS-ANOMALIEN.

EINE LEICHT FASSLICHE

ANLEITUNG ZUR BRILLENBESTIMMUNG.

FÜR PRAKTISCHE ÄRZTE UND STUDIERENDE

BEARBEITET VON

H. SCHIESS,
PROFESSOR DER AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT BASEL.

MIT 30 ABBILDUNGEN.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1893.

Dr. med. Barkan
San Francisco.





KURZER
LEITFADEN DER REFRACTIONS- UND ACCOMMODATIONS-ANOMALIEN.

EINE LEICHT FASSLICHE

ANLEITUNG ZUR BRILLENBESTIMMUNG.

FÜR PRAKTISCHE ÄRZTE UND STUDIERENDE

BEARBEITET VON

H. SCHIESS,

PROFESSOR DER AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT BASEL.

MIT 30 ABBILDUNGEN.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1893.

J. P. Parkan
San Fr

Meinen Schülern

gewidmet.

Vorrede.

Die vorliegende kleine Schrift soll für Studierende und Ärzte eine kurze, leicht fassliche Anleitung zur selbstständigen Brillenbestimmung geben. Es mussten dabei die Accommodations- und Refraktionsanomalien, welche ja eben die Notwendigkeit des Brillentragens bedingen, kurz behandelt werden. Nur das Notwendigste aus diesen manchen Leuten etwas schwer verständlichen Kapitel wurde angeführt. Im Übrigen muss natürlich auf die ausführlichen Werke über diesen Gegenstand verwiesen werden. Hier soll nur eine Anleitung, ein praktischer Leitfaden für das jedem Arzte Vorkommende dem künftigen Arzte geboten werden. — Meine Schüler, denen ich die kleine Schrift widme, werden darin einige Anklänge an meine Vorlesungen über Accommodations- und Refraktionsanomalien finden.

H. Schiess.

Inhalts-Verzeichniss.

Einleitung.

Parallel durch eine Convexlinse tretende Lichtstrahlen vereinigen sich nach ihrem Durchtritt in einem Punkte auf der Hauptaxe der Linse. Dieser Punkt heisst Brennpunkt (*f*) und fällt mit dem Krümmungscentrum der Linse zusammen, Die Entfernung des Brennpunkts vom optischen Mittelpunkt der Linse (*o*) heisst Brennweite (*of*, siehe Fig. 1).

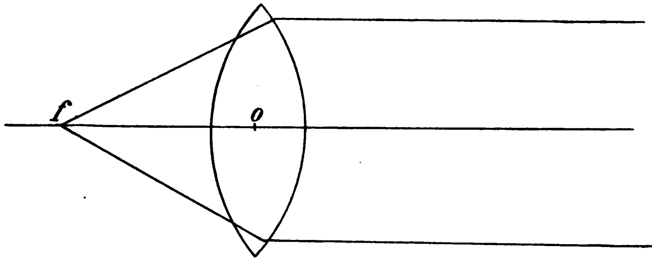


Fig. 1.

Parallel auf eine Concavlinse fallende Strahlen divergiren nach ihrem Durchtritt. — Werden die Strahlen nach rückwärts verlängert, so vereinigen sie sich ebenfalls in einem Punkte auf der Hauptaxe der Linse und dieser ist der Brennpunkt der Concavlinse (siehe Fig. 2).

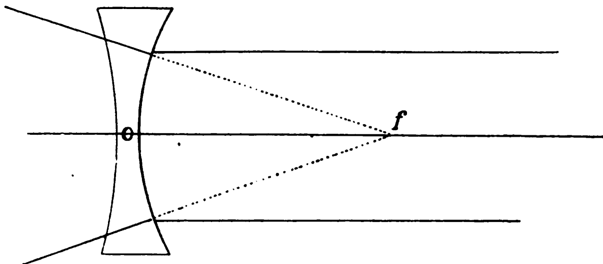


Fig. 2.

Die Brechkraft einer Linse ist umgekehrt proportional ihrer Brennweite. Früher bezeichnete man die Linsen nach ihren Brenn-

weiten in Zollen ausgedrückt, z. B. eine Linse von 6 Zoll Brennweite mit No. 6, eine Linse von 4 Zoll Brennweite mit No. 4. — Die Brechkraft einer solchen Linse war dann $1/x$, wobei x die Brennweite derselben darstellte, also z. B. für No. 6: 1/6, für No. 5: 1/5 u. s. w. — Donders hat nun eine andere Benennung vorgeschlagen, nämlich die Bezeichnung nach der Brechkraft, und hat in Uebereinstimmung mit Nagel die Meterlinse als Einheit genommen und deren Brechkraft Dioptrie genannt (D).

Eine Linse von einer Dioptrie hat also eine Brennweite von einem Meter, eine Linse von 2 Dioptrien eine Brennweite von einem halben Meter, da nach dem voranstehenden Satze die Brennweite einer doppelt so starken Linse zweimal kleiner sein muss. Man kann aber auch natürlich aus der Brennweite einer Linse ihren Werth in Dioptrien, oder, was dasselbe ist, ihre Nummer ausrechnen. Eine Linse von 20 cm Brennweite hat also 5 Dioptrien, denn 1 Meter = 100 cm. ist 5 mal grösser als 20 cm., obige Linse also 5 mal stärker als eine Meterlinse.

Brennweite:	Dioptrien:
100 cm	1 *D.*
50 cm	2 *D.*
20 cm	5 *D.*
10 cm	10 *D.*
5 cm	20 *D.*

Will man für eine nach der alten Methode bezeichnete Linse den Werth in Dioptrien ausrechnen, so dividirt man die Nummer der Linse (Brennweite) in die Brennweite der Meterlinse. So viel Male dieselbe in die Brennweite der Meterlinse, einem Meter oder in Zollen ausgedrückt (ein Meter = 38 Rheinischen Zoll) enthalten ist, so viele Dioptrien hat die zu bestimmende Linse.

Nehmen wir z. B. No. 6 der alten Skala. Dieses Glas hat eine Brennweite von 6 Zoll; 6 geht in 38 6,2 mal. Das Glas hat also 6,2 Dioptrien.

Will man umgekehrt ein nach neuer Bezeichnung markirtes Glas in die alte Bezeichnung umsetzen, so hat man einfach die gleiche Division zu machen. Man will ja die Brennweite des nach Dioptrien bezeichneten Glases herausfinden. Haben wir also ein Glas von 5 Dioptrien, so ist seine Brennweite 5 mal kleiner, als die der Meterlinse. Die Brennweite der Meterlinse ist 38 Zoll. Die Brennweite der neuen Nummer 5 mal kleiner, also wie gesagt,

38 dividirt durch 5 = $7,^3/_5$. Das alte Glas hätte also $7^3/_5$ geheissen. —

Die neue Bezeichnung ist ziemlich allgemein in augenärztlichen Kreisen angenommen worden, während die Optiker noch an vielen Orten der alten Nummern sich bedienen.

Wir wollen deshalb der Bequemlichkeit halber eine Tabelle mit Vergleichung des alten und neuen Systems hinsetzen. Der Meter ist dabei zu 38 Rheinischen Zoll gerechnet. Nimmt man Pariser Zoll, so stellt sich die Rechnung ein wenig anders. —

Altes System.	Dioptrien.	Altes System.	Dioptrien.
No. 80	0,5	7	5,5
„ 50	0,75	6	6,25
„ 40	1	5	7,5
„ 36	1,05	$4^1/_2$	8,5
„ 30	1,25	4	9,5
„ 28	1,35	$3^3/_4$	10
„ 24	1,5	$3^1/_2$	11
„ 20	2	$3^1/_4$	12
„ 18	2,25	3	13
„ 16	2,5	$2^3/_4$	14
„ 14	2,75	$2^1/_2$	15
„ 12	3,25	$2^1/_4$	17
„ 11	3,5	2	19
„ 10	4	$1^3/_4$	22
„ 9	4,25	$1^1/_2$	25
„ 8	4,75		

Combination von Linsen ohne Distanz.

Wenn wir einer Linse von 10 Dioptrien eine andere gleich starke aufsetzen, so bekommen wir, vorausgesetzt, dass kein Raum zwischen den beiden Linsen sich befindet, eine Linse von 10 plus 10 Dioptrien, also 20 Dioptrien; diese Linse hat also eine Brennweite von 5 cm. — Diese Rechnung ist einfacher, als beim alten System. Nehmen wir z. B. die alte Nummer 12 und 18, so ist der Gesammtwerth:

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{18} = \frac{3}{36} + \frac{2}{36} = \frac{5}{36} = \frac{1}{7,1}.$$

Die Brennweite dieser combinirten Linse ist also 7 Zoll; es ist Nummer 7. —

1*

Man kann auch positive und negative Linsen combiniren, wobei natürlich eine Verminderung des Brechwerthes entsteht, also z. B.:

$+5$ mit -3. Werth $2\,D.$;

es hat also eine Combination von einer positiven Linse von 5 Dioptrien und einer negativen Linse von 3 Dioptrien einen Werth von 2 Dioptrien. —

Bestimmung des Linsenwerthes.

Will man die Stärke eines Linsensystems prüfen, so hat man dafür die Formel:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}.$$

f ist die Brennweite, a ist die Entfernung des Bildes, b ist die Entfernung des Gegenstandes von der Linse. — Fallen die Lichtstrahlen parallel auf die Linse, so ist der Gegenstand unendlich weit von der Linse entfernt. b ist dann unendlich, also:

$$\frac{1}{b} = o, \text{ also } \frac{1}{f} = \frac{1}{a} \text{ oder } f = a.$$

Das Bild liegt im Hauptbrennpunkt der Linse. — Man kann also beim Einfallen von parallelem oder annähernd parallelem Licht einfach die Bilddistanz von der Linse mit dem Maassstabe messen und hat damit die Brennweite des Glases. Es ist das die einfachste Methode der Linsenmessung. Man kann dabei eine Entfernung von 6 Metern schon für unendlich nehmen, denn die Divergenz solcher Strahlen ist so gering, dass man sie vernachlässigen kann.

Man kann auch die Sache so einrichten, dass a und b gleich gross sind; man braucht nur Gegenstand und auffangenden Schirm gleich weit so lange von der Linse wegzurücken, bis man ein deutliches Bild des Gegenstandes bekommt. Es ist dann

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} \text{ also: } \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a} = \frac{2}{a} \text{ und } f = \frac{a}{2}.$$

Auf diesem Princip beruht das Snellen'sche Phakometer. Siehe Fig. 3.

Z. B. $\begin{matrix} a = ox = 20 \text{ cm} \\ b = oy = 20 \text{ cm} \end{matrix}$ aslo: $\frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} = \frac{1}{10} \cdot f$, also $= 10$ cm;

wir haben also eine Linse von 10 Dioptrien herausgefunden. Bei x denken wir uns den Gegenstand, bei y das Bild.

Es gilt aber obige Formel auch für jede beliebige Distanz. Es wird dann mit zunehmender Grösse von b, a abnehmen und

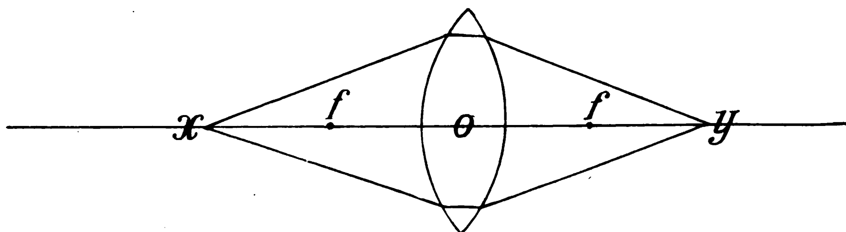
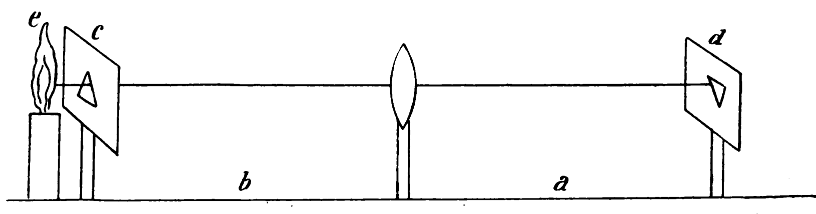


Fig. 3.

umgekehrt. Auf der Basler ophthalmologischen Klinik ist ein Apparat in Gebrauch, der folgendermassen construirt ist. Auf einer an den Seiten gefälzten Schiene, die in Centimeter eingetheilt ist, steht ein Licht fest. Vor dem Licht ist ein Schirm mit einer kleinen dreieckigen Oeffnung, durch welche das Licht auf eine in gleicher Höhe befindliche Linse fällt. Jenseits der Linse ist ein Schirm, auf welchen das umgekehrte Lichtbild sich abzeichnet (siehe Fig. 4). Linse und auffangender Schirm sind verschieblich und



Schiene. Fig. 4.

werden so lange verschoben, bis auf dem Schirm das umgekehrte Bild der dreieckigen Oeffnung scharf erscheint. Nach unserer Formel ist dann die Berechnung leicht. Der Lichtpunkt muss selbstverständlich immer weiter von der Linse entfernt sein, als dessen Brennweite, sonst kann kein Bild entstehen. Nehmen wir an, wir hätten a 12 cm gefunden und b 9 cm, so hätten wir

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{12} + \frac{1}{9} = \frac{3}{36} + \frac{4}{36} = \frac{7}{36} \cdot f = \frac{36}{7} = 5{,}1 \text{ cm} = 19{,}6\ D. —$$

Accommodation.

Wenn wir annehmen, dass das normale Auge im ruhenden Zustande für die unendliche Ferne eingerichtet sei, so wird also das ruhende Auge nur vordere Zerstreuungskreise von Gegenständen haben, die in der Nähe sich befinden. Soll das Auge nahe Gegenstände deutlich sehen, so muss im Innern desselben eine gewisse Veränderung vorgehen. Das Auge muss sich für nahe Gegenstände accommodiren. Die Möglichkeit dieser Einrichtung ist durch die Accommodation gegeben.

In früheren Zeiten hat man sich über diese Thatsache nur ganz unklare Begriffe gemacht. Baptist Porta im 16. Jahrhundert hat zuerst das menschliche Auge mit einer Camera obscura verglichen; er hatte aber noch sehr unvollkommene Ansichten über die Linse. —

Erst viel später durch Kepler und dann durch Scheiner hat man eine richtige Anschauung über den optischen Bau und Function des Auges bekommen. — Porterfield, 1759, bespricht zuerst die Accommodation und nimmt merkwürdiger Weise schon das Ligamentum ciliare als das Organ derselben an. Einzelne haben auch angenommen, dass durch Veränderungen in der Linsenlage die Accommodation zu Stande komme. Es soll sich die Linse bald der Hornhaut nähern, bald von derselben sich entfernen. Beim Näherrücken der Gesammtlinse an die Hornhaut würde die Brechung vermehrt. Wenn man die vordere Kammer z. B. durch Paracentese aufhebt, so legt sich der Linsenscheitel an die hintere Fläche der Hornhaut an und das Auge wird etwas kurzsichtig. Es sind auch seltene Fälle von traumatischer Myopie beobachtet worden, wo die vordere Kammer flacher wird. Aber eine solche Verschiebung würde die gesammte Accommodation nicht erklären. — Wir müssen uns daher nach einer andern Erklärung umsehen. Hueck hat zuerst nachgewiesen, dass der vordere Linsenscheitel beim Blick in die Nähe sich der hintern Hornhautoberfläche nähert. Der englische Physiker Young hat zu Anfang dieses Jahrhunderts ebenfalls eine Formveränderung der Linse für die Erklärung der Accommodation herbeigezogen. Erst Cramer aber und Donders und Helmholtz haben den Vorgang genauer präcisirt, nachdem Brücke den zur Accommodation nöthigen Muskel, den Tensor Choroideae, nachgewiesen hatte. Um die Linsenveränderungen an Lebenden direct zu beobachten, hat Cramer das Phakoskop construirt.

Man beobachtet durch ein Fernrohr das lebende Auge und kann hierbei 3 Reflexe beobachten. Das vorderste dieser Bilder ist scharf, ziemlich gross und aufrecht; es ist das Reflexbild der vorderen Hornhautfläche; das zweite ist ein scharfes umgekehrtes Bild und stammt von der hinteren Linsenfläche; dann kommt noch ein aufrechtes, blasses Bild, zwischen den beiden angeführten liegend; es stammt von der vorderen Linsenfläche. — Untersuchen wir nun diese Bilder am ruhenden, emmetropischen Auge und lassen wir dann dieses Auge einen nahen Gegenstand fixiren, so wechselt der Ort der Bilder und ihre gegenseitige Stellung. Nennen wir das erste Bild *a*, das zweite *b* und das dritte *c*, so wird *c* kleiner und nähert sich *a*; das Bild *b* dagegen bleibt ziemlich an der ursprünglichen Stelle, nähert sich dem Hornhautbilde nur sehr wenig.

Daraus folgt, dass die Hornhautkrümmung bei der Accommodation sich nicht verändert. Die vordere Linsenfläche wölbt sich stärker; deshalb wird das Bild kleiner und nähert sich der Hornhaut. Die hintere Linsenfläche wird nur ganz wenig vorgewölbt. Helmholtz hat nun für diese Messungen einen complicirten Apparat erfunden, das Ophthalmometer, das auch für Hornhautmessungen eine grosse Bedeutung hat. — Man hatte früher die Hornhaut für allerlei verantwortlich gemacht, woran sie keinerlei Schuld hat. So findet man noch heutzutage etwa in populären Schriften die Angabe, dass die Myopie von zu stark gekrümmter Hornhaut herrühre.

Ueber den mechanischen und physiologischen Vorgang hat man sich auch verschiedene Theorien gemacht. Man hat sich darüber gestritten, ob das Auge in der Nahestellung oder in der Fernestellung in der Ruhe sich befinde.

Wir nehmen in Uebereinstimmung mit den meisten Autoren an, dass die Fernestellung die Ruhestellung sei. Es spricht dafür schon das subjective Gefühl. Wir wissen Alle, dass der Blick in die Ferne nicht ermüdet. Ermüdungserscheinungen sehen wir aber bei vielen Menschen sogleich eintreten, wenn sie nahe Gegenstände betrachten. — Ein fernerer Beweis, dass die Fernestellung die Ruhestellung sei, ist das sogenannte Accommodationsphosphen, das von Czermack zuerst beschrieben worden ist. Es ist das eine subjective Lichtempfindung, die beim Blick in die Nähe entsteht. Man muss annehmen, dass dabei eine Zerrung der Netzhaut stattfindet. — Dann sprechen dafür auch sehr lebhaft die Thatsachen, dass bei Lähmung des Oculomotorius das Auge für die Ferne eingestellt ist,

dass also nicht mehr gelesen werden kann. Dasselbe beweist auch die Wirkung der Mydriatica, wo auch genaues Sehen für die Nähe unmöglich ist. —

Nachdem man darüber ins Reine gekommen, dass die Linse durch Muskelaction stärker gekrümmt werde, entstand die Frage nach dem Modus der Muskelaction. Nachdem schon Scheiner Anfangs des 17. Jahrhunderts die Iris bei der Accomodation bethätigt glaubte, hat auch Cramer angenommen, dass gleichzeitig der Sphincter derselben sich contrahire, die Pupille enger werde und andererseits der Dilatator sich spanne. Damit werde der Pupillarrand gegen die vordere Kapselfläche angedrückt und werde die Mitte der Linse vorgewölbt (siehe Fig. 5). — Diese Ansicht ist

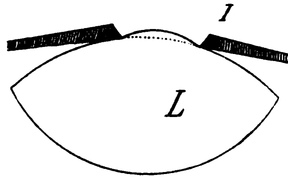


Fig. 5.

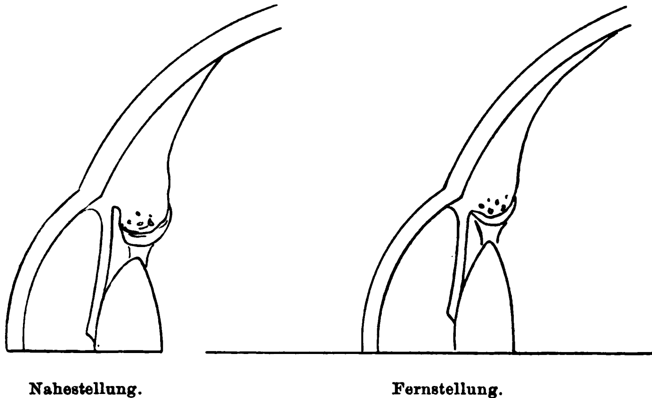
aber leicht zu widerlegen, und hat diese Theorie wenig Plausibles. Schon der mechanische Vorgang, die circuläre Compression der Linse leuchtet nicht ein. Man weiss, dass auch bei adhärenter Pupille Accommodation besteht. Auch nach Iridektomie oder Irismangel kann Accommodation stattfinden. — Die Irismuskulatur fällt also für diese Frage weg. Auch die äussere Muskulatur des Auges, die von Manchen sollte herbeigezogen werden, kann keine Rolle spielen. Man wollte hauptsächlich die Interni herbeiziehen. Aber nach Durchschneidung der Interni und Aussenstellung des Auges besteht die Accommodation fort.

Wir sind also per exclusionem auf den Musculus ciliaris gewiesen. — Ueber seine Wirkung bestehen zwei Theorien: die von Helmholtz und die von Heinrich Müller.

Helmholtz'sche Theorie.

Man weiss, dass der Musculus ciliaris vorn, in der Gegend des Uebergangs von Cornea in die Sclera, am hinteren Rande der Membrana Descemeti entspringt. Hier ist quasi die Sehne des Muskels. Nach

hinten geht er in die Chorioidea über. Seitlich legt er sich an die Innenseite der Sclera. — Wenn sich nun der Tensor Chorioideae contrahirt, wird sein nach aussen convexer Bogen flacher, der Muskel wird kürzer; zu gleicher Zeit contrahiren sich auch die Müller'schen Kreisfasern. In Folge dessen wird die Zonula weiter nach dem Centrum des Auges rücken und der durch sie nach aussen gezogene Linsenrand wird sich zurückziehen. Die Linse kann den elastischen Kräften folgen. Sie wird sich mehr der Kugelform nähern. Ihr Scheitel rückt nach vorn. Man nimmt also an, dass die Linse im Ruhezustand des Auges durch die Zonula angespannt werde, dass sie dadurch flacher und weniger stark brechend werde, dass durch Muskelaction eine Entspannung entstehe, sie jetzt den Elasticitätsverhältnissen nachgeb eund dadurch eben das Auge für die Nähe einrichte. —Es ist also der Accommodationsvorgang ein complicirter und es spielen dabei Muskelkräfte und Elasticität eine Rolle. (Siehe Fig. 6.)



Nahestellung. Fernstellung.

Fig. 6.

Müller'sche Theorie.

Dieser jetzt wohl ziemlich allgemein angenommenen Theorie steht die Müller'sche gegenüber. H. Müller meint, dass die circulären Fasern des Tensor bei der Accomodation auf die Ciliarfortsätze drücken und so die Linse comprimiren. Der hintere Contour der Linse könne sich nicht nach hinten vorwölben, weil der Glaskörper gegen die Linse angedrückt werde.

Dass eine Lokomotion des Tensor Chorioideae bestehe, haben Voelkers und Hensen direkt durch Versuche nachgewiesen.

Refraktion des normalen Auges.

Wir nehmen an, dass das normale Auge im Ruhezustand für die Ferne eingestellt sei und nennen dieses Auge nach dem Vorgange von Donders: emmetropisches Auge. —

Es sind nun in neuerer Zeit von Cohn und Andern Messungen von kindlichen Augen angestellt worden und hat sich dabei herausgestellt, dass das kindliche Auge hypermetropisch ist und zwar je jünger, um so stärker. —

Es wurde daher der Satz aufgestellt, das normale Auge sei hypermetropisch. Ganz mit Unrecht! Wir können ebenso wenig das kindliche Auge als Norm annehmen, wie das kindliche Gehirn. Das kindliche Auge muss noch wachsen und wächst unter normalen Verhältnissen zum emmetropischen Auge heran.

Schematisches Auge.

Für die verschiedensten, für die optischen Verhältnisse des Auges nöthigen Berechnungen hat man ein sogenanntes schematisches Auge aufgestellt. Listing hat ein solches zuerst construirt und Donders hat es im Interesse der Praxis vereinfacht. (Während das menschliche Auge einen sagittalen Durchmesser von ca. 24 mm. hat, beträgt die Länge des schematischen Auges nur 20 mm. Das Auge denkt man sich dabei mit einer dem Glaskörper ähnlichen homogenen Substanz angefüllt. Das Schematische Donders'sche Auge hat der Einfachheit zu liebe nur einen Knotenpunkt, der 5 mm hinter der Hornhautoberfläche sich befindet. Vom Knotenpunkt bis zur Retina, dem hinteren Pole des Auges, sind es 15 mm. Die Brennweite des ganzen Systems beträgt 20 mm; es hat also eine Brechkraft von 50 Dioptrien. Der vordere Hauptbrennpunkt des Systems liegt 15 mm vor der Hornhaut, der hintere in der Retina. Der Brechungscoefficient dieses Auges ist 20/15 = 4/3 siehe Fig. 7).

Vorne ist also die durchsichtige Hornhaut mit einem Krümmungsradius von 5 mm. k ist der Krümmungsmittelpunkt der Hornhaut (Knotenpunkt), φ'' ist der hintere Hauptbrennpunkt. $k\varphi''$ ist 15 *mm.* φ' ist der vordere Brennpunkt. Das Licht, das parallel zur Axe auf dieses Auge fällt, wird in φ'' zur Vereinigung kommen. Strahlen, die parallel zur Axe aus dem Auge kommen, werden sich in φ' vereinigen.

Die Bilder eines so construirten Auges werden sich den in Wirklichkeit im menschlichen Auge vorkommenden Bildern ziemlich nähern. — Mittelst des schematischen Auges kann man allerlei

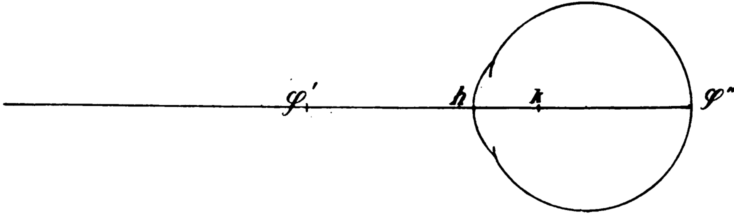


Fig. 7.

wichtige Berechnungen machen. Man kann z. B., wenn man die Grösse eines gesehenen Gegenstandes und seine Entfernung vom Auge kennt, seine Bildgrösse auf der Retina ausrechnen (siehe Fig. 8).

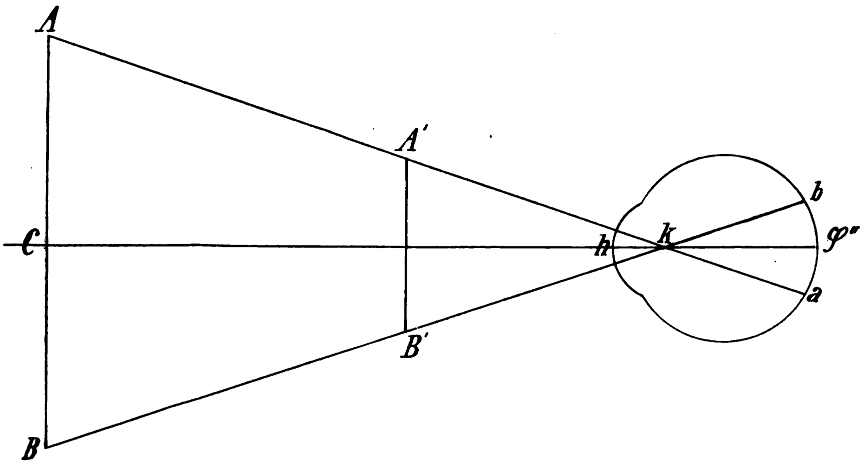


Fig. 8.

Wollen wir das Retinabild von AB erhalten, so ziehen wir nur die Randstrahlen durch den Knotenpunkt, wir haben dann das umgekehrte Bildchen ba auf der Retina. Die Grösse dieses Bildchens giebt sich aus folgender Proportion: $AB:Ck = ab:k\varphi''$.*)

*) Streng genommen ist diese Proportion nur richtig für solche Winkel von k, für welche das Verhältniss der Tangenten dem der Winkel kann gleichgesetzt werden.

$$ab \text{ ist dann } \frac{AB \times k\varphi''}{Ck} = \frac{AB \times k\varphi''}{Ch + hk}.$$

Nehmen wir z. B. an: $AB = 2$ m; $Ch = 4$ m. Ck ist dann 4005 mm, also setzen wir:

$$ab = \frac{2000 \times 15}{4005} = 7.4 \text{ mm.}$$

Zweites Beispiel: Ist AB 50 cm, Ch 6 m, so ist $ab = \frac{500 \;.\; 15}{6005}$ ab also 1,2 mm.

Wir können auf diese Weise, wenn wir z. B. ein Skotom auf eine Tafel projiciren lassen, die Ausdehnung der dieses Skotom bedingenden Netzhautblutung berechnen. Umgekehrt kann man aber auch z. B. die Grösse des blinden Fleckes auf einer Tafel von bekannter Distanz berechnen. Nehmen wir die Grösse der Papille zu einem mm. an, und projiciren wir auf einen 500 cm. entfernten Schirm, so stellt sich die Rechnung folgendermassen:

$$AB = \frac{Ck \times ab}{k\varphi''} = \frac{505 \times 1}{15} = 33{,}6 \text{ mm.}$$

Linsencombinationen.

Wie wir weiter oben schon bemerkt, hat man für einfache Combinationen von Linsen nur die Linsenwerthe zu addiren. Anders verhält sich die Sache, wenn sich die Linsen in einer gewissen Entfernung von einander befinden. Dadurch wird für Convexlinsen die Wirkung vergrössert, für Concavlinsen dagegen verkleinert. — Betrachten wir die Figur 9, so sehen wir, wie die Strahlen nach ihrem

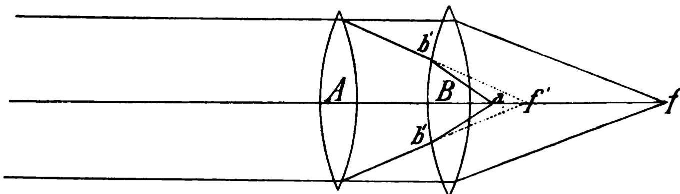


Fig. 9.

Durchgang durch die Linse A sich einander noch mehr nähern, ehe sie die Linse B erreichen, und Jeder sieht ein, dass die endliche Vereinigung hinter Linse B früher zu Stande kommen muss, als

wenn die beiden Linsen auf einander gelegen hätten. Nehmen wir die Distanz der beiden Linsen ganz allgemein: n, die Brennweite der Linse B: f, die Brennweite der Linse A: f', so heisst die Formel für die Bestimmung der gemeinsamen Brennweite:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{f - n}.$$

Es hat diese Berechnung für das vorliegende Capitel einen ganz bestimmten praktischen Werth. Wie wir gesehen haben, stellt das menschliche Auge eine Linse von 50 Dioptrien dar. Wir setzen dieser Linse verschiedene Gläser auf, Concav- und Convexlinsen. Diese Gläser werden aber bekanntlich dem Auge nicht aufgeklebt, sondern befinden sich je nach Sorgfalt des Optikers oder des Patienten näher oder weiter vom Auge. Im Allgemeinen gilt der Satz, dass das Glas dem Auge möglichst genähert werden soll. Die folgenden Berechnungen werden den Grund einer solchen Regel nachweisen. Halten wir uns zunächst an Convexlinsen und nehmen wir gleich ein bestimmtes Beispiel. Die erhaltenen Brennweiten können wir dann in Dioptrien umwandeln. Nehmen wir also z. B. eine Linse von 5 cm. und eine solche von 4 cm. Brennweite und combiniren sie, indem wir verschiedene Distanzen zwischen ihnen lassen.

Wir nehmen also:

1) $n = 0$.
2) $n = 2$ cm.
3) $n = 3$ cm.

1) Ist $n = 0$, so erhalten wir nach unserer obigen Formel: $\frac{1}{a} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{f - 0} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f'}$, also mit eingesetzten Grössen: $\frac{1}{a} = \frac{1}{5} + \frac{1}{4} = \frac{9}{20}$, a also $= \frac{20}{9} = 2{,}2$. Die Brennweite der combinirten Linse ist also 2,2 cm, oder sie hat 45 Dioptrien.

2) n sei $= 2$ cm, so erhält man:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{5} + \frac{1}{4 - 2} = \frac{1}{5} + \frac{1}{2} = \frac{7}{10}.$$

$$a \text{ ist } \frac{10}{7} = 1{,}4 \text{ cm.} = 70 \text{ Dioptrien.}$$

3) n sei $= 3$ cm, so erhält man:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{5} + \frac{1}{4 - 3} = \frac{1}{5} + 1 = 1^1/_5 = \frac{6}{5}.$$

a ist dann $\frac{5}{6} = 0{,}73$ cm $= 120$ Dioptrien. —

Wir sehen also, wie durch Entfernung der Linsen von einander der Brechwerth des combinirten Systems sich enorm vergrössert. Wir sehen in unserm Beispiel von 45 Dioptrien dieselben auf 120 Dioptrien sich steigern.

Tragen wir dieses Resultat auf die Brillen über, so sehen wir, wie besonders bei starken Gläsern eine genaue Anpassung nothwendig ist. Die Brille mit dem Auge zusammen bildet ja auch ein solches zusammengesetztes System. — Es ist uns durch unsere obige Berechnung vollkommen klar, wie Staaroperirte mit einem und demselben Glase auf verschiedene Entfernungen sehen können. Sie brauchen ja nur ihr Fernglas, das möglichst nahe am Auge sie für die Ferne corrigirt, auf die Nase hinunterzuschieben, um damit in der Nähe zn lesen. — Oft sehen wir Presbyopen ihre Gläser weit vom Auge schieben, wenn sie etwas Feineres sehen wollen. Demjenigen, der das thut, können wir sogleich sagen, dass er seine Brille verstärken sollte. Anstatt sich aber beim Optiker ein anderes Glas zu kaufen, verschiebt er dasselbe gegen die Nasenspitze. —

Bei Bestimmung der Hypermetropie bedienen wir uns der Probegläser. Das stärkste Glas, das noch ein deutliches Sehen für die Ferne ermöglicht, bezeichnet uns den Grad der Hypermetropie. Genau genommen, ist die wirkliche Hypermetropie stärker, als das Glas, denn das vorgehaltene Auge hat ja immer eine Distanz vom Auge, wirkt also stärker, als seine Nummer angiebt. —

Nehmen wir nun den andern Fall: dass wir zu einer positiven Linse eine negative hinzufügen. — Die Formel wird dann heissen.

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f'} + \left(\frac{-1}{-f-n}\right).$$

Kehren wir die Zeichen mit Aufhebung der Klammer um, so heisst es jetzt:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{f+n}.$$

Nehmen wir nun z. B. als Brennweite der Convexlinse B 10 cm, als Brennweite der Concavlinse A 20 cm. Wir wollen nun aber auch wieder 3 verschiedene Werthe für n nehmen.

1) n sei $= 0$.
2) $n = 2$ cm.
3) $n = 5$ cm.

1) $n = 0$. Dann heisst die Formel:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20+0} = \frac{2}{20} - \frac{1}{20} = \frac{1}{20}. \quad a = 20 \text{ cm} = 5 \text{ D}.$$

2) $n = 2$ cm. $\frac{1}{a} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20+2}$. Nehmen wir nun den gemeinschaftlichen Nenner 110, so haben wir: $\frac{11}{110} - \frac{5}{110} = \frac{6}{110} = \frac{3}{55}$.

a ist also $= \frac{55}{3} = 18$ cm oder 5,5 Dioptrien.

3) $n = 5$ cm, so haben wir:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20+5} = \frac{5}{50} - \frac{2}{50} = \frac{3}{50}.$$

a also $= \frac{50}{3} = 16,6$ cm $= 6$ Dioptrien.

Daraus folgt, dass mit Zunahme der Distanz die Wirkung des Concavglases abnimmt und der positive Werth des combinirten Linsensystems wächst. — Man kann also auch sagen: die abschwächende Wirkung des Concavglases vermindert sich mit der Entfernung.

Da wir diese Betrachtung nur vom praktischen Standpunkte aus machen, so können wir nun sagen, dass ein Convexglas, das dem Auge aufgesetzt wird, um so stärker wirkt, je weiter es vom Auge steht, und umgekehrt: ein Concavglas wirkt um so mehr, je näher es dem Auge gestellt wird. Es wird also die wirkliche Hypermetropie immer stärker sein als die Nummer des corrigirenden Convexglases angiebt, und die Myopie wird dagegen geringer sein als das corrigirende Glas. Die Berechnung dafür ergiebt sich aus den obigen Formeln.

Sehschärfe und Bestimmung derselben.

(Siehe Fig. 10.) Wir zeichnen uns ein schematisches Auge und bringen vor dasselbe einen Gegenstand *AB*. Von diesem Gegenstand wird auf dem Augenhintergrund ein umgekehrtes Bild: *ab* entworfen. Der Winkel *bka* ist gleich dem Winkel *AkB* und je kleiner er wird bei guter Perception, desto grösser ist die Sehschärfe.

Man nennt diesen Winkel: Sehwinkel, Gesichtswinkel, Angulus visorius. Er bleibt sich gleich für jeden Gegenstand, der zwischen die Linien *Ak* und *Bk* eingeschlossen ist. Es kommt also nicht auf

die Grösse des Gegenstandes an, sondern auf die Grösse des Sehwinkels, daher erscheint der nähere kleinere Gegenstand *AB* eben so gross, als der viel grössere aber weiter entfernte Gegenstand *CD*. — Und wieder erscheint der gleich grosse Gegenstand *AB* grösser, als der weiter entfernte Gegenstand *A'B'*. Im ersten Falle sind die Sehwinkel gleich gross; im zweiten ist der Sehwinkel für *A'B'* *A'kB'* kleiner als *AkB*. — Die beiden Winkel *AkB* und *akb* sind gleich gross, als Scheitelwinkel.

Fig. 10.

Je kleiner der Sehwinkel, desto kleiner wird auch das Netzhautbild *ab*. Bei unendlich weit entfernten Gegenständen ist *ab* nur noch ein Punkt. Je kleiner der Sehwinkel wird bei richtiger Perception, desto grösser ist die Sehschärfe des betreffenden Auges. — Man hat schon frühzeitig Sterne als Probeobjektive für die Prüfung der Sehschärfe genommen. Man kann aber einen einzelnen Stern nicht zur Bestimmung des kleinsten Sehwinkels benutzen, weil er nur als Punkt sich abbildet. Man muss also zwei Sterne nehmen, deren Entfernung von einander bekannt ist. Es hat aber diese Messung ihre Schwierigkeit, weil die Lichtintensität dabei eine grosse Rolle spielt. Auch die Ueberstrahlung kommt dabei in Rechnung. Ein sehr lichtstarker Stern lässt einen lichtschwachen Nachbar nicht zur Ansicht gelangen. — Schon die Araber wussten, dass es eines sehr scharfen Auges bedarf, um den Stern Alcor im Schwanze des grossen Bären, der von seinem hellern Cameraden Mizar 11′ 48″ entfernt ist, zu unterscheiden. — Hooke hat im Jahre 1705 schon angegeben, dass Sterne, die weniger als 30 Sekunden von einander entfernt sind, separat nicht gesehen werden. Alcor

wird trotz seiner grossen Entfernung nicht leicht gesehen, weil er als Stern fünfter Grösse von Mizar, einem Sterne zweiter Grösse, überstrahlt wird. Auch die Jupitermonde sind bekanntlich erst durch das Fernrohr entdeckt worden, weil sie erstens lichtschwach sind und weil sie vom Jupiter selbst überstrahlt werden. —

Es ist also praktischer, terrestrische Gegenstände zur Bestimmung des kleinsten Sehwinkels zu nehmen. Dr. Jurin fand im vorigen Jahrhundert bei Beobachtung von Stecknadeln gegen den freien Himmel, dass der kleinste Sehwinkel 40 Sekunden betrage. Tobias Meyer machte Versuche mit schwarzen Linien und fand 34 Sekunden. Weber beobachtete weisse Linien auf dunklem Grunde; Volkmann Spinnfäden und feine Drahtgitter; Helmholtz Drahtgitter; er fand 64 Sekunden. Sein Schüler Hirschmann 50 Sekunden. Aubert 35 Sekunden. Berechnet man mit dem schematischen Auge von Listing die Bildgrösse bei einem Sehwinkel von 40 Sekunden, so bekommt man eine Grösse von 0,0025 oder 2,5 Mikra. Es ist das ungefähr der Durchmesser eines Zapfens in der Gegend der Macula. Wir müssen aber annehmen, wenn zwei Punkte getrennt sollen wahrgenommen werden, dass sie dann beinahe eine Zapfenbreite von einander auf der Retina liegen müssen (siehe Fig. 11).

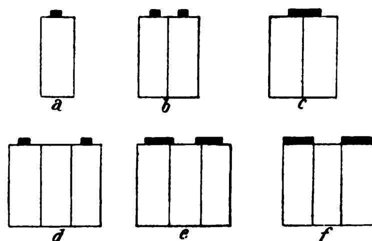


Fig. 11.
Die Breite des schwarzen Striches soll die verschiedene Intensität des Lichtreizes ausdrücken.

Wenn ein Stäbchen oder Zapfen von einem Lichtpunkt erregt wird, wie in *a*, so wird natürlich nur eine Lichtempfindung ausgelöst. Werden zwei Stäbchen neben einander erregt, so wird auch nur eine Lichtempfindung ausgelöst; denn es wird das Gleiche geschehen, was in *c* abgebildet ist, nur wird die Erregung eine etwas schwächere sein. Soll eine Wahrnehmung von zwei differenten Reizen zu Stande kommen, so muss ein ruhendes Element in der Mitte liegen und kann dann die Reizung der zwei seitlichen Elemente eine mehr oder weniger intensive sein wie in *d*. Es wird wie in *e* sich auch denken

lassen, dass die Reizung noch ein wenig auf das mittlere Element übergreift und dass doch noch zwei getrennte Eindrücke zu Stande kommen. — Am besten sind die Verhältnisse in *f*.

Für die Sehprüfungen, wie sie im täglichen Leben vorkommen, hat man sich der Schriftproben bedient. Jäger hat zuerst solche Lesetafeln herausgegeben, die immer noch gebraucht werden: es sind einfach verschieden grosse Schriften. Man sagte dann: der Patient liest Jäger 1, 2, 5 etc. —

Nun haben wir aber oben gesehen, dass der Sehwinkel oder, was dasselbe ist, die Sehschärfe nicht nur von der Grösse der Gegenstände, sondern auch von der Entfernung abhängt. Es kann z. B. ein Myop von sehr gesunkener Sehschärfe doch noch Jäger 1 lesen, weil er eben vermöge seiner Myopie die Gegenstände sehr nahe ans Auge nehmen kann.

Snellen hat das Verdienst, dies eingesehen zu haben. Seine Tafeln beruhen auf der Annahme eines mittlern Sehwinkels von 60 Sekunden. Wenn man also die mit 20 Fuss oder sechs Meter bezeichneten Buchstaben auf 6 Meter oder 20 Fuss liest, so sieht man sie unter einem Winkel von einer Minute oder vielmehr man sieht die einzelnen Striche, die z. B. ein G von einem C unterscheiden, unter diesem Winkel. Man hat dann ein Sehvermögen oder S = 1. Sieht man aber diese Schrift nur auf 5 Fuss, so hat man ein 4mal schlechteres Sehvermögen, also nur ein Viertel. Es ist natürlich ganz gleichgültig, ob man die Distanz in Fussen oder in Metern nimmt, man erhält in beiden Fällen einen gewöhnlichen Bruch. Will man eine decimale Bezeichnung, so muss man den gewöhnlichen Bruch in einen Decimalbruch verwandeln und sagen: *S* ist 1.0,5. 0,4. 0,2. u. s. w. Es hat sich aber diese Bezeichnung nicht eingebürgert und meiner Meinung nach mit Recht. Die Formel von Snellen lautet S oder $V = \frac{d}{D}$, wobei D die Distanz bezeichnet, auf die bei guter Sehschärfe gesehen werden sollte, während d die Distanz angiebt, auf die gemessen wurde. Wenn wir also sagen: *S* ist 20/70, so wissen wir, dass wir auf die Ferne gemessen, auf 20 Fuss, während wir das nicht wissen, wenn wir sagen, *S* ist 0,3. Es soll aber die Sehprüfung immer für die Ferne gemacht werden, weil sonst die Accommodation störend ins Spiel tritt. Wir setzen eine kleine Skala hin, welche das Gesagte erläutern wird. Die grossen Tafeln haben von oben nach unten die Zahlen: 200, 100, 70, 50,

40, 30, 20. Wird auf derselben in der Entfernung von 20 Fuss nur die oberste gelesen, so ist S 20/200; wird noch die vierte Colonne gelesen, so ist S 2/5 u. s. w. —

Bezeichnung der Buchstaben	Sehschärfe
CC	$^{20}/_{200}$
C	$^{20}/_{100}$
LXX	$^{20}/_{70}$
L	$^{20}/_{50}$
XL	$^{20}/_{40}$
III	$^{20}/_{30}$
II	$^{20}/_{20}$

Snellensche Tafeln.

Die Snellenschen Tafeln haben eine grosse Verbreitung gewonnen und es sind seither von verschiedenen Autoren ähnliche Tafeln construirt worden, die auf dem gleichen Princip beruhen, auch Zahlen und Zeichentafeln für Kinder und Analphabeten.

Als Maasstab für geringere Grade des Sehvermögens nimmt man einen gröbern Maassstab: die Finger. Die Zahl der Finger soll auf ungefähr 200 Fuss gezählt werden. Werden Finger z. B. nur auf 10 Fuss gezählt, so sagt man: S ist 10/200. — Sinkt das Sehvermögen noch weiter, so nimmt man die Bewegungen der Hand als Maasstab, diese sollen auf 1000 Fuss unterschieden werden, unterscheidet man sie nur auf 7 Fuss, so hat man S gleich 7/1000. — Ist nur noch Lichtempfindung da, so ist S gleich $\frac{1}{\infty}$ oder quantitativ. Ist keine Lichtempfindung mehr vorhanden, so ist S gleich 0. —

Es ist nun vollständig zuzugeben, dass bei manchen Menschen S grösser ist als 1, aber für ein allgemeines Mass der Sehschärfe darf man nur Mittelwerthe verwenden. — Erwähnung mögen hier noch finden die Punkttafeln des Oberstabsarztes Burchardt, die für Bestimmung der genauen Accommodationsgrösse werthvoll sind. Donders hat darauf aufmerksam gemacht, dass mit einem gewissen Alter auch die Sehschärfe abnimmt. — Sein Schüler de Haan hat 289 Individuen auf ihre Sehschärfe untersucht und dabei gefunden, dass das mittlere Sehvermögen mit 70 Jahren auf 13/20, bei 80 Jahren auf 11/20 gesunken ist. Es ist dies ein Umstand, der bei

der Statistik der Sehvermögen nach Staaroperation in Betracht gezogen werden muss. Um beständig eine gleiche Helligkeit für die Untersuchung zu haben, hat man vorgeschlagen, immer bei künstlicher Beleuchtung zu untersuchen. Dagegen ist zu bemerken, dass es sich hier nicht um absolute Grössen handelt, sondern nur um ein practisches Maass der Sehschärfe, wobei man wohl dem Arzte soviel Urtheil wird zutrauen müssen, dass er auch die verschiedenen Beleuchtungsintensitäten bei seinen Bestimmungen wird in Rechnung ziehen können! —

Wir machen unsere Untersuchungen immer auf eine Distanz, bei der die Accommodation nicht mehr in Betracht kommt.

Gläserbestimmung, Brillenbenennung und -wirkung.

Wenn wir uns fragen, was für ein Glas man einem Auge aufsetzen muss, um es für einen bestimmten Punkt einzustellen, so müssen wir zuerst wissen, auf welche Distanz das Auge eingerichtet war. — Betrachten wir die Fig. 12. Das Auge sei auf *o* eingerichtet,

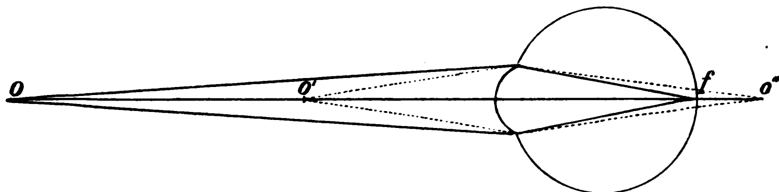


Fig. 12.

und wollen wir das Auge auf *o'* einrichten, so müssen wir, bei unverändertem Accommodationszustand des Auges eine Linse aufsetzen, deren Werth $1/o'$ ist weniger $1/o$.

Wird kein Glas aufgesetzt, so kommt die Vereinigung erst in *o''* zu Stande, also hinter der Retina. Man müsste also, wenn man ein scharfes Bild haben wollte, ein Loch in die Sclera schneiden und in *o''* einen Schirm placiren. — *o* ist dabei die Distanz des Auges bis *o* und *o'* ist die Distanz von *o'* bis zum Auge. Je grösser *o'* ist, desto kleiner wird $1/o'$, und je kleiner *o'* desto grösser $1/o'$. Je näher also *o'* dem Auge rückt, desto stärker wird das Glas sein müssen, um eine Vereinigung auf der Retina zu Stande zu bringen. — Es ist das das Schema für das presbyopische Auge. — Nehmen

wir umgekehrt an, das Auge sei auf o' eingerichtet und wir wollen es auf o bringen, so haben wir wieder die gleiche Rechnung, nur brauchen wir natürlich ein negatives Glas. Die Formel bleibt die gleiche: $\frac{1}{x} = \frac{1}{o'} - \frac{1}{o}$. —

Das Zweite ist dann das Schema für das kurzsichtige Auge. — Auch hier wird das Glas um so stärker, je weiter wir o hinausrücken wollen. — Sei im ersten Falle der Nahepunkt in Unendlich, so müssen wir, um o' deutlich zu sehen, eine Linse aufsetzen, die eine Brennweite von $1/o'$ hat. — Wollen wir für den zweiten Fall, für das kurzsichtige Auge, das seinen Fernpunkt in o' hat, denselben in die unendliche Ferne bringen, so müssen wir auch wieder ein Glas aufsetzen, dessen Brennweite o' ist, natürlich ein negatives Glas. Das ist in nuce die ganze Brillenlehre! —

Statt nun den Bruch $1/o$ oder $1/o'$ zu setzen, kann man einfach die Dioptrien rechnen und hat es dann mit ganzen Zahlen zu thun. — Es sei z. B. o' gleich 25 em. und o gleich 50 cm, so haben wir für das Erste vier Dioptrien, für das Zweite zwei Dioptrien. Haben wir also ein presbyopisches Auge, dessen Nahepunkt in o ist, und wollen wir den Nahepunkt nach o' bringen, so haben wir 4 minus 2 gleich 2. — Oder haben wir ein kurzsichtiges Auge, dessen Fernpunkt in o' liegt, und wollen wir ihn nach o bringen, so müssen wir wieder von 4. 2. abziehen, macht 2. Mit Concav 2 wird er o sehen. Das Glas ist also 2, im ersten Falle positiv, im zweiten negativ. —

Die Wirkung einer Linse ist von zwei Dingen abhängig: von der Krümmung ihrer Flächen und von dem Brechungscoefficent ihres Materials. — Die Linsen, deren wir uns gewöhnlich bedienen, sind aus Glas. Der Brechungscoefficient ist das Resultat der Division des Brechungswinkels in den Einfallswinkel. Siehe Fig. 13. — Fällt ein Strahl aus eiuem dünnern Medium: Luft, in ein dichteres Medium: Wasser, so wird der Strahl *ab* dem Einfallsloth *fd* zugebrochen. Tritt er wieder in das dünnere Medium bei *c*, so wird er von dem Einfallsloth *eg* abgebrochen und zwar ist das Verhältniss des Einfallswinkels zum Brechungswinkel bei *b* ganz das gleiche wie das des Ausfallswinkels zu dem Einfallswinkel bei *c*. Der Strahl wird also bei seinem Wiedereintritt in die Luft genau die gleiche Richtung inne halten, wie bei seinem frühern Verlauf in der Luft. Winkel *abd* dividirt durch den Winkel *fbc* ist der Brechungscoeffi-

cient des Wassers. Wenn wir nun den Brechungscoefficient des Glases kennen, so können wir daraus die Brechkraft oder die Brennweite einer Linse berechnen. — Für Convexlinsen haben wir die Formel: $\frac{1}{f} = (n - 1)\frac{1}{R} + \frac{1}{r}$.

n ist der Brechungscoefficient und beträgt derselbe beim Glase ungefähr: 1,5. R und r sind die Krümmungsradien der beiden Linsenflächen. Bei biconvexen Linsen sind R und r gleich gross, also heisst die Formel: $\frac{1}{f} = (0{,}5)\,(\frac{2}{R})$ also $\frac{1}{f} = \frac{1}{R}$ oder $f = R$, resp. die Brennweite ist gleich dem Radius der Linsenoberfläche.

Es sind jedoch nicht alle Linsen gleich. Es giebt Glasarten, die einen Brechungscoefficient von 1,6 haben. Es ist dann:

$$\frac{1}{f} = (0{,}6)\,(\frac{2}{R}) = \frac{1{,}2}{R} \text{ also } f = \frac{R}{1{,}2}.$$

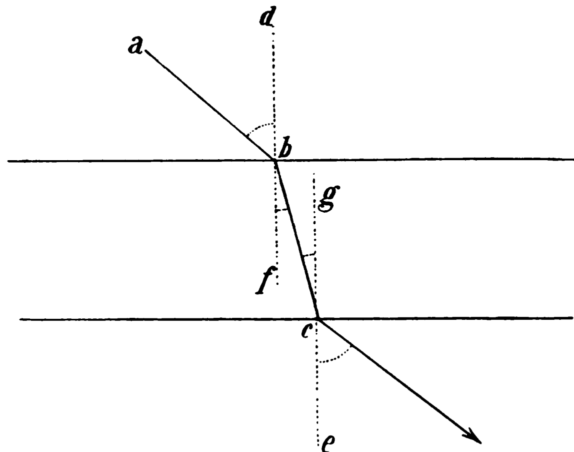


Fig. 13.

Es ist also in diesem Fall der Radius grösser als die Brennweite.

Von den Glasschleifern wird gewöhnlich einfach der Radiuswerth als Linsenbezeichnung genommen. Man wird daher immer gut thun, die Gläser seines Brillenkastens noch zu controliren oder controliren zu lassen, wenn man ganz sicher sein will. Wir brauchen dazu nur bei einer positiven Linse das Bild eines unendlich fernen Gegenstandes auf einem Schirme aufzufangen und die Brenn-

weite mit dem Maassstabe zu messen. Es muss dann, um den Werth in Dioptrien zu haben, das Facit in einen Meter dividirt werden. Haben wir z. B. gefunden, dass das Bild 20 cm. von der Linse entworfen wird, so haben wir 100 : 20 gleich 5 Dioptrien. Man kann die Brennweite auch mit dem Phakometer bestimmen, wie wir früher gesehen haben. — Bei dem metrischen Bezeichnungssystem wird die Differenz zwischen den einzelnen Gläsern durch einfaches Abziehen des Werthes erreicht. Die Differenz zwischen 15 und 16 ist also 1, gerade so, wie die Differenz zwischen 1 und 2. Das war bei der alten Skala ganz anders; dort war z. B. die Differenz zwischen der Nummer 2 und 3 viel grösser, als die Differenz zwischen 20 und 30. Rechnen wir: alt 2 hatte eine Brechkraft von 1/2, alt 3 eine solche von 1/3, das macht 1/2 minus 1/3, ist 1/6; während 1/20 weniger 1/30 nur 1/60 ist, also während die Differenz im ersten Falle nur eine Nummer beträgt und im zweiten zehn Nummern, ist sie doch factisch zehnmal geringer als im ersten. Man sieht also, dass die alte Skala dem Publikum eine ganz falsche Idee von dem Fortschreiten der Stärke der Gläser gegeben hat.

Presbyopie. *Pr.*

Bevor wir zur Betrachtung der Presbyopie übergehen, müssen wir zuerst noch von der Accommodation sprechen.

Will ein emmetropisches Auge einen nahen Gegenstand scharf sehen, so muss es durch den Musculus ciliaris momentan stärker brechend gemacht werden. Wir nennen dieses Vermögen des Auges sich für die Nähe einzustellen, Accommodation, und wir drücken den Werth und die Grösse dieses Vermögens durch einen Linsenwerth aus. Z. B.: Wenn das Auge einen 10 cm entfernten Gegenstand noch scharf sieht, so hat es eine Accommodation von 10 Dioptrien. Vermag es feine Gegenstände von 8 cm Distanz noch zu unterscheiden, so hat es eine Accommodation von 100 dividirt durch 8 gleich 12,5 Dioptrien u. s. w. Wir nehmen, wie schon gesagt, dabei an, dass wir es mit einem emmetropischen Auge zu thun haben, dessen Fernpunkt in Unendlich liegt. Der Accommodationswerth wird nämlich bestimmt durch die Grösse des Nahepunktes und des

Fernpunkts. Die Differenz dieser beiden Werthe ist die Grösse der Accommodation, oder: $\frac{1}{A} = \frac{1}{P} - \frac{1}{R}$. P bedeutet Nahepunkt; R Fernpunkt.

Ist R gleich unendlich, so drückt die Nahepunktsgrösse unmittelbar den Werth der Accommodation aus; es ist dann

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{P} \text{ oder } A = \frac{100}{P}$$

in Dioptrien ausgedrückt. —

Zur Bestimmung des Nahepunkts bedient man sich gewöhnlich ganz feiner Schrift. Man hat auch besondere Tafeln mit Gruppen von Punkten. Burchardt hat solche Tafeln construirt, die sehr brauchbare Resultate liefern. — Man unterscheidet verschiedene Arten von Accommodation, die wir kurz erwähnen wollen. — Es giebt eine binokuläre und monokuläre Accommodation. Ein Auge allein hat einen höheren Accommodationsgrad, als beide zusammen. Den höchsten Grad der Accommodation, den ein Auge aufbringen kann, hat man auch absolute Accommodation genannt. Hypermetropen wenden nicht selten dieselbe an und schielen dann. — Dann hat man von relativer Accommodation gesprochen. Es ist das die Accommodation, die von einem Auge bei einer gewissen Convergenzstellung in Anwendung gebracht werden kann Für jede Convergenzstellung besteht eine ganz bestimmte Quote von Accommodation. Je grösser die Convergenz, desto grösser ist im Allgemeinen die Accommodation. Die relative Accommodation besteht aus einem positiven und einem negativen Theil. Denken wir uns z. B. ein Auge auf 50 cm eingestellt, so wird, wenn wir ein Concavglas von einer Dioptrie vor das Auge halten, momentan undeutlich gesehen. Warum? Das Bild der Retina wird undeutlich; die Strahlen vereinigen sich nicht mehr auf der Retina, sondern hinter derselben. Der Accommodationsmuskel muss sich zusammenziehen, dann wird möglicherweise das Bild wieder deutlicher werden. Das stärkste Concavglas, das bei der gleichen Convergenzstellung sich noch überwinden lässt, zeigt den höchsten Werth positiver und relativer Accommodation. — Bringt man umgekehrt positive Linsen vor das gleiche Auge, so sieht man auch wieder undeutlich, aber gerade aus dem umgekehrten Grunde, als früher. jetzt wird das Bild schon im Glaskörper entworfen; will das Auge deutlich sehen, so muss es sich entspannen; je stärker es früher an-

gespannt war, desto grösser wird der Werth der Convexlinse sein, die durch Erschlaffung der Accommodation ertragen wird. Es ist das der negative Theil der relativen Accommodation; beide Werthe zusammengezählt geben den Gesammtwerth der relativen Accommodation. Die Werthe der relativen Accommodation wechseln; sie können durch das Tragen von Brillen alterirt werden.

Praktisch hat gewöhnlich nur die binokuläre Accommodation eine Bedeutung.

Wenn wir die Accommodation messen wollen, so haben wir zunächst den Fernpunkt zu bestimmen. Bei der Myopie ist die Fernpunktsgrenze eine endliche. Man kann sie unter Umständen direkt messen. Sie sei ein Meter, so haben wir eine Dioptrie, die wir nach der früher entwickelten Theorie von der Nahepunktsgrösse abziehen müssen. Bei gleicher Nahepunktsgrösse wird die Accommodation beim Emmetropen grösser sein, als beim Myopen. — Nehmen wir z. B. ein Myopie von 4 Dioptrien und eine Emmetropie; für beide einen Nahepunkt von 20 cm, so haben wir beim Emmetropen:

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{20} - \frac{1}{\infty}, \text{also } \frac{1}{A} = \frac{1}{20} \cdot A\ \ 20\ \text{ cm} = 5 \text{ Dioptrien.}$$

Beim Myopen dagegen nach der gleichen Formel:

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{20} - \frac{1}{25} = \frac{5}{100} - \frac{4}{100} = \frac{1}{100} \cdot A = 100 \text{ cm} = 1 \text{ Dioptrie.}$$

Wollen wir den Werth beim Hypermetropen bestimmen, so haben wir einen negativen Fernpunkt. — Der Fernpunkt liegt ja jenseits unendlich. Der Hypermetrop braucht schon für parallele Strahlen eine accommodative Anstrengung. Machen wir einen Hypermetropen von 2 Dioptrien accommodationslos, so müssen wir ihm ein Convexglas von 2 Dioptrien aufsetzen, wenn er einen entfernten Gegenstand deutlich sehen soll. Nehmen wir an, sein Nahepunkt sei auch in 20 cm, so erhalten wir 5 + 2 Dioptrien = 7 Dioptrien Accommodation. Bei der Hypermetropie muss man also die Fernpunktsgrösse zu der Nahepunktsgrösse addiren, bei der Myopie abziehen. — Man kann die drei angeführten Beispiele auch graphisch darstellen. Tragen wir auf eine Horizontale *AB* (Fig. 14) die einzelnen Dioptrien in gleichen Intervallen auf. Theilen wir sie in der Mitte durch eine Verticale, welche die Stelle unendlicher Entfernung bedeutet, so bezeichnet das kleinste Dreieck die Accommodation bei der Myopie, das grössere bei der Emmetropie und das grösste die Hypermetropie.

R' ist der Fernpunkt des myopischen Auges, R der des emmetropischen Auges und R'' der des hypermetropischen. Die Accommodation ist also beim Myopischen PR', beim Emmetropen PR, beim Hypermetropen PR''.

Nehmen wir ein anderes Beispiel: einen Emmetropen, einen Myopen von 3 Dioptrien und einen Hypermetropen von 2,5 Dioptrien. Alle drei sollen einen Nahepunkt von 16 cm. haben. Wir erhalten denn nach der früheren Formel:

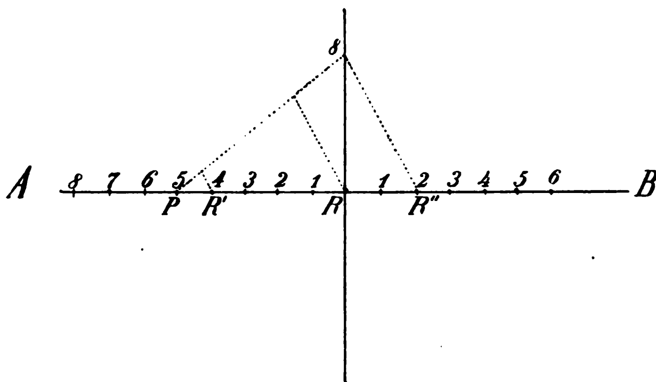


Fig. 14.

für den Emmetropen P 16 cm. $\frac{1}{A} = \frac{1}{16} - \frac{1}{\infty}$. A ist $\frac{1}{16}$ oder = 6,25 Dioptrien;

für den Myopen P 16 cm. $\frac{1}{A} = \frac{1}{16} - \frac{1}{33} = \frac{33-16}{528} = \frac{17}{528} =$
$= \frac{1}{31}$. $\frac{1}{A}$ ist $\frac{1}{31} = a$ 31 cm. = 3,1 Dioptrien;

für den Hypermetropen von 2,5 Dioptrien $A = \frac{1}{16} + \frac{1}{40} = \frac{7}{80} =$
$= A = \frac{1}{11,4} =$ in Dioptrien 8,7 Dioptrien. —

Viel einfacher ist die Rechnung, wenn wir gleich die Dioptrien setzen, also:

für den Emmetropen $A = 6,25$, denn eine Linse von 16 cm Brennweite in Dioptrien ausgedrückt, ist 6,25;

für den Myopen von 3 D. ist A 6,25 — 3 = 3,25;

für den Hypermetropen von 2,5 D. ist $A = 6{,}25 + 2{,}5 = 8{,}75$ Dioptrien.

Wie man sieht, stimmt die obere complicirtere mit der unteren einfacheren Rechnung. —

Nachdem wir gesehen, wie der Werth der Accommodation in den verschiedenen Augen bestimmt wird, wollen wir zur eigentlichen Betrachtung der Presbyopie übergehen. — Beim normalen Auge nimmt mit dem Alter die Grösse der Accommodation ab. Der Nahepunkt entfernt sich immer mehr von dem Auge. Diese Abnahme tritt schon sehr früh auf. Beim Kinde ist die Accommodation viel stärker, als beim Erwachsenen. Die Accommodation ist grösser mit zwanzig, als mit dreissig Jahren, mit vierzig wieder kleiner, als mit dreissig. Es hängt diese Abnahme nicht von der Kraft des Accommodationsmuskels ab. Diese wird mit den vierziger Jahren noch ganz gut sein. — Es beruht dieselbe vielmehr auf einer Veränderung der Crystalllinse. Die Kinderlinse ist viel weicher, als die des Erwachsenen. Auch die Elasticität der Kinderlinse ist viel grösser, als die des Erwachsenen. Die Linse zieht sich, befreit von dem Zuge der Zonula, nicht mehr so stark zusammen, sie bricht also schwächer. Das Auge kann sich für nahegelegene Objecte nicht mehr einrichten, der Betreffende ist genöthigt, die Gegenstände vom Auge zu entfernen. Er wird weitsichtig. Es ist das ein Mangel des Auges, der nur für diejenigen sich bemerkbar macht, die sich mit kleinen Gegenständen zu befassen haben. Warum kleine Gegenstände nahe gebracht werden müssen, um gesehen zu werden, wissen wir. Sie machen genügend grosse Bilder auf der Retina nur, wenn sie dem Auge nahe gebracht werden. Sie verlangen also eine gute Accommodation. Wären wir Jäger oder Fischer, wir würden unserer Weitsichtigkeit nicht gewahr. Freilich zur Anfertigung der Netze, der Waffen, war es auch nöthig, in die Nähe gut zu sehen. Man hat sich aber zur Zeit der Pfahlbauer wohl so geholfen, dass man den jungen Leuten, besonders den Mädchen, diese Beschäftigungen überliess. — Man tröstete sich, dass mit dem Alter die Augen blöder werden. Auch jetzt kommen ältere Leute oft mit ihrem gestörten Sehvermögen nicht zum Arzte, weil es ja das Alter schon mit sich bringe, dass man schlechter sehe. Man muss also eine gewisse, willkürliche Grenze für den Nahepunkt annehmen, von dem an man Presbyopie beginnen lässt. Man sagte, wenn der Nahe-

punkt über 8 Zoll hinausrückt, so fängt die Presbyopie an. Es entspricht das 22,5 cm. oder 4,1/2 Dioptrien. —

So lange also bei einem Emmetropen die Accommodation noch über oder gerade 4,1/2 Dioptrien beträgt, ist er nicht presbyopisch. Rückt dagegen der Nahepunkt auf 25 oder 30 cm, so ist Presbyopie vorhanden. Das Minus für dieses geforderte Maass von Accommodation ist der Grad der Presbyopie. Hat man nur noch 3 Dioptrien Accommodation, so fehlen einem zu den 4,1/2, die man haben sollte, 1,1/2 Dioptrien. Hat man nur noch 2, so beträgt die Presbyopie 2,1/2 *D.* Hat man nur noch eine Dioptrie Accommodation, so beträgt die Presbyopie 3,1/2 Dioptrien. — Es fragt sich nun, wie man den Nahepunkt misst. Man nimmt dazu für die gewöhnlichen praktischen Zwecke eine feine Schrift. Diese wird dem Patienten vorgehalten und derselbe aufgefordert, laut zu lesen. Während der Lectüre wird nun das Buch oder die Tafel dem Auge langsam immer mehr genähert und der Patient angewiesen, anzugeben, wann die Schrift anfängt, undeutlich zu werden. Hat man intelligente Patienten, so wird man brauchbare Angaben bekommen. Diese Methode ist nur bei leichten Graden von Presbyopie durchführbar. Bei höheren Graden muss das ganze Accommodationsbereich durch Vorsetzen von Convexgläsern nähergerückt werden, sonst sind die Bilder zu klein. Wir nehmen gewöhnlich ein Convexglas von 4 Dioptrien. Finden wir damit einen Nahepunkt von 12 cm, so entspricht das einer Linse von 8,3 Dioptrien. Die wirkliche Accommodation ist um 4 Dioptrien kleiner, denn diese 4 Dioptrien haben wir ihm nur aufgesetzt, die hat er ja nicht. Seine wirkliche Accommodation ist also 4,3; sie sollte 4,5 sein, er hat also eine Presbyopie von 0,2, also eine sehr geringe; er wird also wohl ohne Glas auskommen. — Nehmen wir an, wir haben mit dergleichen Procedur einen Nahepunkt von 20 cm. gefunden. Es entspricht das einer Linse von 5 Dioptrien. Der Mensch hat also nur eine einzige Dioptrie Accommodation nach Abzug der nur aufgesetzten 4 Dioptrien. — Seine Presbyopie beträgt also 3,1/2 Dioptrien. Wir müssen ihm also ein Glas von 3,1/2 Dioptrien verschreiben, wenn wir ihm seine ganze Presbyopie corrigiren wollen.

Man sieht ein, dass auch ein schwach Myopischer presbyopisch werden kann. Das ist etwas, was dem Publikum gewöhnlich nicht verständlich ist. Kurzsichtig und weitsichtig zugleich, das erscheint paradox. Es ist aber doch so und ist nicht die Weitsichtigkeit,

sondern die Uebersichtigkeit der Gegensatz zur Kurzsichtigkeit. — Ein Kurzsichtiger kann freilich nur dann weitsichtig werden, wenn seine Kurzsichtigkeit geringer ist als 4,1/2 Dioptrien. Ist ein Fernpunkt näher, als dies Maass, so kann natürlich auch sein Nahepunkt niemals über 22,1/2 cm. hinausgehen. Hat er aber z. B. einen Fernpunkt von 33 cm, oder mit anderen Worten, beträgt seine Myopie weniger als 4,1/2 Dioptrien, nur 3 Dioptrien, so kann sein Nahepunkt z. B. auf 25 cm. hinausgehen und er hat dann eine Presbyopie von einer halben Dioptrie; er muss dann zum Lesen von feiner Schrift ein Convexglas von einer halben Dioptrie tragen während er für die Ferne ein Concavglas von 3 Dioptrien braucht. Für diese Fälle hat man die sogenannten Franklin'schen Brillen, auch pantoskopisch genannt, construirt; der obere Theil ist concav geschliffen; der untere convex. Man hat auch diverse Gläser im Winkel gegen einander gestellt combinirt. Man hat auch in ein grosses Convexglas oben eine concave Fläche eingeschliffen. — Dass Hypermetropen frühzeitig presbyopisch werden müssen, ist nach alle dem Vorhergehenden selbstverständlich. Sie verwenden ja einen Theil ihrer Accommodation schon für die Ferne. Ihr Nahepunkt, der ja ganz von der Stärke der Accommodation abhängt, wird selbstverständlich vor dem gleichaltrigen Emmetropen jenseits 22,1/2 cm. hinaus rücken. Die Bestimmung des Glases geschieht ganz gleich, wie beim Emmetropen, und es ist ganz unrichtig, wenn man zu der gefundenen Presbyopie etwa noch den Werth der Hypermetropie hinzuzählt, wie es irrthümlicher Weise etwa geschieht. — Man hat ja die Nahepunktsgrösse bestimmt. Das Minus unter 4,1/2 hat einem den Werth der Presbyopie gegeben und damit ist ja eben auch das Glas gegeben, das den Nahepunkt auf die zum Lesen nöthige Distanz hereinbringt. Das ist es aber, was der Emmetrop, der schwache Myop und der Hypermetrop nöthig haben.

Für den Eintritt der Presbyopie besteht eine gewisse Gesetzmässigkeit. Man hat dafür Schemata gemacht, auf denen man für jedes bestimmte Alter die Nummer des Glases ablesen kann. Es gilt das aber nur für Emmetropen. Ein Hypermetrop wird, wie wir wissen, früher Presbyop und ein Myop später. Der Myop bemerkt seine Accommodationsabnahme daran, dass er mit seiner gewohnten Concavbrille nicht mehr lesen kann. Er muss sie abziehen; jetzt geht es wieder einige Jahre ganz gut; schliesslich muss auch er zum Convexglas greifen. — Oben haben wir gesehen, dass dies

nur für die schwachen Grade der Myopie gilt. Das Maass für die Presbyopie ist natürlich etwas Willkürliches. Man nimmt eben die gewöhnliche Lesedistanz. Will man nicht auf diese corrigiren, so braucht man natürlich später erst Gläser und schwächere; z. B.: Ein Prediger auf der Kanzel hat ein Buch mit grossem Druck; er kann diese Schrift noch auf 50 cm lesen. Dazu braucht er eine Accommodation von 2 Dioptrien. Die hat er noch in einem Alter von 50 und mehr Jahren. Er braucht also für diese Arbeit keine Gläser.

Hat man unsere Auseinandersetzung verstanden, so wird man sich in jedem einzelnen Falle zurechtfinden. Wie gesagt, kann man für das normale emmetropische Auge annähernd die Nummer der Brille angeben. Donders hat eine Tabelle angegeben, die ich anführe.

Alter.	Linsenwerth.	Entfernung der Schrift.
48 J.	0,5	38 cm
50 J.	1	38 cm
55 J.	1,25	38 cm
58 J.	1,5	35 cm
60 J.	2	35 cm
62 J.	2,75	35 cm
65 J.	3	32 cm
70 J.	4	27 cm
75 J.	4,5	24 cm
78 J.	4,75	22 cm
80 J.	5,25	19 cm

In der ersten Colonne ist das Alter, in der zweiten der Werth der entsprechenden Gläser, in der dritten die Entfernung, in der die Leute gewöhnlich die Schrift halten, angegeben. In Wirklichkeit sind die Werthe in der dritten Colonne zu gross. Meistens nehmen die Leute die Schrift näher, weil sie sonst zu kleine Bilder erhalten. Es ist daher immer besser, wenn man selbst misst und sich die entsprechende Distanz anschaut. Die meisten Menschen tragen anfangs die Gläser nur Nachts; am Tage tragen sie erst später Gläser. Bei guter Beleuchtung und guter Sehschärfe lesen

Viele noch bis zu 50 und mehr Jahren ohne Gläser. — Im Allgemeinen klagen Presbyopen nicht über Ermüdung, sondern nur über Unmöglichkeit, zu erkennen. Reine Presbyopen sind gewohnt, ihre Accommodation anzustrengen. Man darf ihnen also Etwas zumuthen und thut gut, etwas unter das für die Presbyopie gefundene Maass zu gehen, natürlich nur bei reinen Presbyopen, nicht bei Hypermetropen.

Oefter hört man die Leute von Conservationsbrillen sprechen; „conserves", wie die Franzosen sagen. Es sollen diese Gläser die Augen conserviren. Es sind das entweder Planbrillen mit schwach bläulicher Färbung, die bei grellem Licht angenehm sind, oder aber schwache Convexgläser. — Es soll auch auf das Sehvermögen Rücksicht genommen werden. Unsere Regel, die wir aufgestellt haben, gilt nur für volle oder annähernd volle Sehschärfe. Man muss bei mangelnder Sehschärfe stärkere Gläser geben, als die Rechnung herausstellt. Es sei ein Achtzigjähriger mit beginnender Linsentrübung zu bestimmen. Er soll 5 Dioptrien Presbyopie haben. Er kommt aber nicht zu Schlag mit Convex 5. Wir müssen ihm vielleicht 6 oder 7 geben, so dass er auf 15 cm. die Gegenstände nehmen kann. — Bei Schwachsichtigkeit kann man übrigens den Grad der Presbyopie gar nicht genau bestimmen. —

Accommodations-Parese und -Paralyse.

Die Accommodation kann nicht nur, wie bei der Presbyopie, durch Veränderung der Elasticität der Linse, sondern auch durch Veränderung der bewegenden Kraft vermindert oder auch ganz aufgehoben werden. Man spricht dann von Accommodations-Parese oder -Paralyse. Es wird sich meist um eine Innervationsstörung handeln, selten um eine primäre Veränderung im Muskel. Die Ursachen einer solchen Lähmung können central oder peripherisch liegen. Bekanntlich sind die Kerne für die einzelnen Gebiete des Oculomotorius örtlich geschieden. Es kann also der Kern für die Accommodation ausser Funktion gestellt sein, während der Kern für die Sphinctercontraction intact geblieben.

Meistens ist Accommodationslähmung mit Mydriasis verknüpft. Die Betreffenden bemerken, dass sie nicht mehr lesen, nicht mehr feinere Arbeit verrichten können. Häufig kommen die Leute mit der Klage, dass sie Nichts mehr sehen. Sie sind sehr erschrocken.

Bei oberflächlicher Untersuchung glaubt man an eine amblyopische Affection. Bei der uns geläufigen Untersuchung der Sehschärfe findet man nun, wenn die Betreffenden vorher emmetropisch gewesen sind, volle Sehschärfe. Hat man es mit Hypermetropen oder Myopen zu thun, so wird gute Sehschärfe erst durch die entsprechenden corrigirenden Gläser erreicht. Am schlimmsten sind natürlich in diesem Falle die Hypermetropen dran. Sie sehen nirgends ohne Gläser scharf. Erst das ihre Hypermetropie corrigirende Glas erlaubt ihnen, in der Ferne zu sehen. Der Myope ist am besten dran. Hat er eine höhere Myopie, so wird er auf seine Fernpunktsdistanz lesen. Näher kann er allerdings die Dinge nicht halten, sonst bekommt er vordere Zerstreuungskreise.

Zum Lesen bringen wir den Gelähmten, indem wir ihm durch Convexgläser die mangelnde Accommodation ersetzen. Haben wir es z. B. mit einem Emmetropen zu thun, und wollen wir ihn auf 25 cm. lesen lassen, so müssen wir ihm ein Convexglas von 4 Dioptrien aufsetzen. Zuweilen tritt in diesen Fällen auch Mikropsie auf. Es erklärt sich das leicht. Es wird, um zu sehen, ein enormer Accommodationseffort gemacht, ein so grosser, wie wir ihn nur beim Ansehen von nahen Gegenständen sonst zu machen pflegen. Der Gegenstand wird nun für nahe gehalten. Da trotz dieser scheinbaren Nähe nun doch nur ein kleines Bild auf die Retina entworfen wird, so erscheint uns der Gegenstand kleiner als gewöhnlich. Der häufigste Grund für Accommodationsparese und Paralyse ist der diphtheritische Prozess. Es kommen dabei auch Lähmungen der äusseren Augenmuskeln vor. Syphilis ist auch eine häufige Ursache von Lähmung. Leichtere Grade von Accommodationsparese kommen auch nach erschöpfenden Krankheiten vor. Zuweilen sehen wir sie auch nach unabsichtlicher Application von Mydriaticis. Man lässt auch in solchen Fällen Brillen interimistisch geben. Sonst giebt man die sogenannten Myotica.

Es mag hier auch Etwas über Mydriatica gesagt werden. — Sie entstammen alle der Gruppe der Solaneen: Atropin, Hyoscyamin, Duboisin etc.[1])

[1]) Man hatte früher eine gewisse Antipathie gegen das Atropin, das am meisten angewendete Mydriaticum. Es zeigte sich nämlich, dass hie und da nach längerem Gebrauch ein hartnäckiger Schwellungscatarrh der Conjunctiva auftrat, der nicht wich, so lange das Atropin in Gebrauch blieb. Ich habe nachgewiesen, dass dies nur durch Verunreinigung des Mittels herrührt. In

Unser gewöhnlichstes Mydriaticum bis auf den heutigen Tag ist das Atropin. Die gewöhnliche halbprozentige Lösung erweitert die Pupille schon nach zehn Minuten. Nach einer halben Stunde ist eine völlige Lähmung des Sphincters eingetreten. Die Accommodation wird erst später aufgehoben. Blos pupillenerweiternd wirken noch sehr schwache Lösungen. Eine Lösung von 1:15000 wirkt nach 40—50 Minuten noch pupillenerweiternd, nach 2—3 Stunden ist die Pupille am grössten. Nach 7 Stunden nimmt die Wirkung schon wieder ab und nach 24 Stnnden ist die Wirkung vollständig verschwunden. Wenn man nun die Pupille behufs leichterer Untersuchung mit dem Spiegel weit haben will, so nimmt man lieber Homatropin. — Das Atropin wirkt in der Weise, dass es in die vordere Kammer dringt und dort unmittelbar in Contact tritt mit den Nerven. Es scheint das Atropin auch direkt auf die Muskeln zu wirken, indem auch bei totalen Muskellähmungen, resp. Oculomotoriuslähmungen durch Atropin eine weitere Vergrösserung der Pupille sich erzielen lässt.

Accommodationskrampf.

Der Gegensatz der Accommodationslähmung ist der Accommodationskrampf. Er geht gewöhnlich Hand in Hand mit Verengerung der Pupille. Er kommt meistens in der Art vor, dass eine tonische Contraction des Muskels da ist, viel seltener, dass plötzliche Contractionen des Muskels auftreten; es kommt der Accommodationskrampf hauptsächlich bei beginnender Myopie vor. Man hat grössere Reihen von Schulkindern untersucht und gefunden, dass scheinbar Kurzsichtige nach Einträuflung von Atropin sich als Emmetropen und als Hypermetropen sogar herausstellen. Bei der beginnenden Myopie ist der Krampf nach meinen und nach anderen Beobachtungen fast immer vorhanden. Verfolgt man in diesen Fällen sorgfältig und aufmerksam die Gestaltung des Augenhintergrundes, so wird man dort deutlich die Zeichen von beträchtlichen

---

den indifferenten wässerigen Lösungen bilden sich Schimmelpilze, welche einen secundären Catarrh hervorrufen. Macht man die Lösungen dadurch aseptisch, dass man sie z. B. mit Bor sättigt, so bleibt die abgeschlossene Lösung ad infinitum klar und reizt nicht. Dr. M. Krömer hat auf meine Aufforderung unsere diesbezüglichen Beobachtungen veröffentlicht.

Circulationsstörungen treffen. Die sämmtlichen Retinalgefässe sind stärker gefüllt. Es macht einem den Eindruck, als wenn eine grössere Anzahl von Gefässen vorhanden wären. Die Arterien sind häufig geschlängelt, die Venen dicker. Gewöhnlich ist auch die ganze nasale Hälfte der Pupille röther, als normal. Bei lange andauernden höheren Graden von Krampf kann das eigentliche Bild der Neuritis auftreten; die Ränder der Pupille werden verwaschen, die Pupille verliert ihre Transparenz, wird opak. Subjectiv wird sich der Krampf dadurch bemerklich machen, dass ein Mensch, der früher gut in die Ferne gesehen hat, auf einmal das nicht mehr im Stande ist. Um den Grad des Krampfes herauszubringen, muss man den scheinbaren und wirklichen Fernpunkt bestimmen. Findet man z. B., dass ein Concavglas von wenigstens zwei Dioptrien nöthig ist für die Ferne, und findet man durch die objective Untersuchung, dass der Fernpunkt in Unendlich liegt, so haben wir gefunden, dass der Krampf 2 Dioptrien beträgt. Ist der Fernpunkt jenseits unendlich, z. B. besteht in Wirklichkeit eine Hypermetropie von einer Dioptrie, so hat vorher ein Krampf von 3 Dioptrien bestanden. Wir werden auf den Accommodationskrampf später bei der Myopie nochmals zu sprechen kommen.

Die Derivate der Calabarbohne, nämlich das Eserin und Physostigmin und des Jaborandi, das Pilocarpin, haben die Eigenschaft, Accommodationskrampf hervorzurufen. Nach Application schon von einer halbprozentigen Lösung wird die Pupille nach 30—40 Minuten ganz eng. Der Einfluss des Lichtes auf die Pupille hört auf, und auch im Dunkeln bleibt die Pupille ganz eng. Das vorhin in die Ferne scharf sehende Auge muss Concavgläser aufsetzen. — Es fällt auch wenig Licht in's Auge und es kommt dem Betreffenden Alles schwach beleuchtet vor, wie bei einer Sonnenfinsterniss. — Es ist also das Eserin ein vollständiges Antidot des Atropins. Tropft man zu gleicher Zeit gleich starke Dosen von Atropin und Eserin ein, so tritt zuerst die Wirkung des Eserin ein, dann tritt die Wirkung des Eserins vor der Atropinwirkung zurück. Man hat die Befürchtung ausgesprochen, dass durch eine richtige Mischung von den beiden Mitteln Kurzsichtigkeit simulirt werden könnte bei normaler Pupille. Diese Gefahr besteht wohl in Wirklichkeit nicht.

Aphakie.

Es ist hier am Platze, auch etwas von der Aphakie zu sagen, die auch eine Art von völliger Accommodationslosigkeit darstellt. Gewöhnlich wird die Aphakie ein erworbener Zustand sein. Selten ist das Leiden congenital. Ist die Linse fort, so findet die Brechung nur zwischen Hornhaut und äusserer Luft statt, da das Brechungsverhältnis von Hornhaut und Glaskörper wenig verschieden ist. Das Auge ist durch den Mangel des Linsensystems zu schwach brechend geworden. Dieser Mangel wurde von Donders auf 12—13 Dioptrien geschätzt. Bei uns beträgt sie nach meiner Beobachtung im Mittel 11—12 Dioptrien,

Es werden die Betreffenden deutlich nur dann sehen, wenn man ihnen ein Convexglas von so viel Dioptrien aufsetzt, als ihr Refractionsminus beträgt. Es giebt nun auch einzelne Staaroperirte, die gar keine oder nur sehr schwache Gläser brauchen. Wir können mit Sicherheit sagen, dass solche Leute früher kurzsichtig gewesen sein müssen. Man kann sogar nach dem jetzt nöthigen Ferneglase den Grad der früheren Myopie schätzen. Braucht der Betreffende z. B. Glas 5, so hat er früher eine Myopie von ca. 7 Dioptrien gehabt. Die Diagnose der Aphakie ist leicht, auch wenn keine Iridectomie gemacht worden ist. Die Tiefe der Kammer, das Schlottern der Iris wird einen schon aufmerksam machen, mit schiefer Beleuchtung wird einem der mangelnde Kapselreflex sogleich Auskunft geben. Die Sehschärfe wird natürlich durch den Linsenmangel nicht beeinflusst. Es kann also *S.* bei Aphakie 1 oder auch über 1 sein. Meistens wird aber durch mehr oder weniger beträchtliche Trübungen im Pupillargebiet *S.* unter dies Maass sinken. Es kommt dazu, dass die aphakisch Gewordenen dies in einem Alter geworden sind, wo auch bei guten Medien das Sehvermögen schon unter 1 gesunken ist. Ferner ist zu beachten, dass durch die grosse Hornhautwunde, die man bei der Extraction setzt, eine Unregelmässigkeit in der Krümmung der Hornhaut eintritt. Es bildet sich also ein sehr hoher Grad von Astigmatismus aus. Es erreicht derselbe sehr häufig einen Grad von 4 und 5 Dioptrien. Ich habe bei etwas klaffender Narbe einen solchen von über 10 Dioptrien beobachtet, und zwar meistens so, dass der senkrechte Meridian sich abflacht, also ein sogenannter inverser Astigmatismus eintritt. — Dieser Astigmatismus verändert sich in den ersten Monaten nach der Operation und man thut daher gut,

sich für die Correction nicht zu sehr zu beeilen, wenigstens nicht bei Patienten, denen überhaupt die Beschaffung ihrer Gläser schwer fällt. — Sehr häufig geben wir erst nur das Ferneglas, und erst später das Leseglas. Als Regel gilt es bei uns, den Patienten Convexgläser nie vor der sechsten Woche nach ihrer Entlassung zu verschreiben. Giebt man den Patienten die Gläser mit und verbietet man ihnen noch so sehr, sich derselben nicht zu bedienen, so wird das Glas eben doch aufgesetzt. Die Patienten strengen sich so vorzeitig an und nicht selten sind schleichende Entzündungen die Folge solcher Unvorsichtigkeit. Es können solche unter ungünstigen Verhältnissen das Schicksal der Augen compromittiren. Im günstigsten Falle kommen die Patienten mit der Klage des Rothsehens. Man hat dieses Rothsehen noch in neuerer Zeit als etwas Seltenes beschrieben. Es kommt ungemein häufig vor und ist immer ein Zeichen von Ueberanstrengung und unzweckmässigem Gebrauch des Organs. Auch Folge von Ueberblendung kann es sein. Es kommt übrigens nicht bloss bei Aphakischen vor, sondern kann durch unpassenden Gebrauch der Augen überhaupt hervorgerufen werden.[1])

Die Auswahl der Gläser beschränkt sich gewöhnlich auf zwei Gläser: ein Ferneglas, das für gewöhnlich getragen wird, und ein Leseglas. Man fängt mit der Bestimmung des Ferneglases an. Am besten nimmt man für die erste Probe eine Flamme, also ein Licht. Die Flamme erscheint dem Aphakischen viel grösser, als im natürlichen Zustand. Er sieht ein ganzes Flammenbündel; er hat eben Zerstreuungsbilder, die sich theilweise decken. Man sucht nun dasjenige Glas auf, mit dem ihm das Licht am natürlichsten, am kleinsten erscheint. Hat man das bestimmt, so geht man erst zu der Prüfung mit Buchstaben über und bestimmt so die Sehschärfe. Dann muss natürlich auch der Astigmatismus berücksichtigt werden. Ist das Ferneglas bestimmt, so ist damit die Hauptsache gethan. Die Accommodation ist weg. Die Linse fehlt ja und wir wissen, dass sie zur Accommodation unentbehrlich ist. Wir müssen also einfach fragen: Auf welche Distanz wünscht der Betreffende zu

---

[1]) Ich kann mir bei künstlicher Beleuchtung das Phänomen sehr leicht dadurch hervorrufen, dass ich eine ungewohnte Stellung der Augen einnehme, wenn ich z. B. in einem nicht aufgeschnittenen Buche etwas lesen will, wo ich schief und von der Seite hineinsehen muss, so habe ich Rothsehen. Es ist mir das natürlich lästig und unangenehm; ich brauche aber nur das Auge einen Moment ruhen zu lassen, so hört das Rothsehen auf.

sehen. Damit ist auch das Glas gegeben, immerhin vorausgesetzt, dass der Patient eine gute Sehschärfe hat. Will er auf 50 cm. sehen und haben wir ein Ferneglas von 11 Dioptrien herausgebracht, so muss er seinem Ferneglas noch 2 Dioptrien, d. h. ein Glas von 50 cm. Brennweite aufsetzen. Soll er aber auf 25 cm. hereinsehen, so muss er noch 4 Dioptrien dazu haben. Er braucht also im ersten Falle 13, im zweiten Falle 15 *D.* — Bekanntlich wirkt ein Convexglas um so stärker, je weiter es vom Auge entfernt ist. Hat also der Aphakische seine Brille nicht zur Hand, so muss er nur sein Glas auf die Nasenspitze rücken und er kann jetzt zur Noth auch mit seiner Fernebrille lesen. Besteht neben der Aphakie noch Schwachsichtigkeit, so müssen die Gläser stärker genommen werden. Vorher stark Myopische brauchen schwache Gläser.

Refraktionsanomalien.

Nehmen wir an, die drei nebenan gezeichneten Augen seien

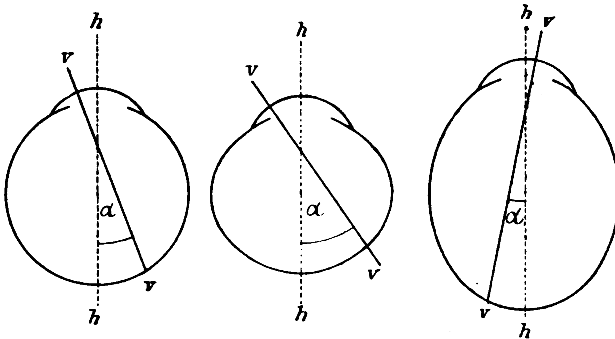


Fig. 15.

Rechte Augen. Die Sehaxe ist *v v*. Links ist das emmetropische Auge, in der Mitte das hypermetropische, rechts das myopische Auge. *h h* ist die Hornhautaxe. Wir sehen, dass erstens bei allen Augen Sehaxe und Hornhautaxe nicht zusammenfallen, sondern vielmehr einen Winkel mit einander bilden. Dieser Winkel heisst der Winkel *Alpha.* Er ist am grössten beim hypermetropischen Auge, kleiner beim emmetropischen und am kleinsten beim myopischen Auge, wo er sogar negativ werden kann, wie unsere Figur zeigt. Man kann diesen Winkel mit dem Ophthalmometer direkt messen. Er hat auf

die Stellung des Auges einen grossen Einfluss. Beim Biokulärsehen sind beide Sehaxen auf den fixirten Gegenstand eingestellt, kreuzen sich in demselben. Die Stellung des Auges schätzen wir nun im Allgemeinen nach dem Stand der Hornhautmitte. Ist der Winkel *Alpha* gross, so steht die Hornhautmitte nach aussen und besteht ein scheinbarer Strabismus divergens. Ist der Winkel klein, so erscheint die Stellung normal. Wird er negativ, wie in der Figur beim myopischen Auge, so steht die Hornhautmitte nach innen; es besteht ein scheinbarer Strabismus convergens. Bekanntlich besteht bei Hypermetropie häufig Strabismus convergens. Ist er unbedeutend, so kann er durch den Winkel *Alpha* vollständig maskirt werden. Der Winkel beträgt beim Emmetropen durchschnittlich 4—5°/₀, beim Hypermetropen bis 8°/₀.

Hypermetropie. *H.*

Die Hypermetropie kommt ausserordentlich häufig vor und ist sogar der normale Zustand des jugendlichen Auges. Trotzdem ist es das Verdienst von Donders, zuerst uns einen klaren Begriff von diesem Zustand des Auges gegeben zu haben. Es sind zwar die höheren Grade dieser Refraktionsanomalie schon früher den Augenärzten aufgefallen, sie konnten sich aber die Sache nicht zurecht legen. Es waren Augen beobachtet worden bei jungen Leuten, die nicht gut in die Ferne sahen, deren Gesicht aber nicht durch Concavgläser, sondern durch Convexgläser verbessert wurde. Janin beschreibt einen solchen Fall. Da diese jungen Leute schon die Gläser ihrer Grosseltern brauchten, um zu sehen, so glaubte man sie schon von Blindheit bedroht und warnte sie, ja keine starken Gläser zu tragen. So waren die Armen übel daran. Das Einzige, was sie normalisirte, ward ihnen verboten, und so schwankten sie beständig zwischen Bedürfniss und Pflicht. — Man hat übrigens bis auf den heutigen Tag mit dem Vorurtheil der Hypermetropen zu kämpfen, dass sie sich immer vor zu starken Gläsern fürchten. Sie sehen, dass sie viel stärkere Gläser brauchen, als ihre Altersgenossen, und da der Gebrauch der Gläser für ein Zeichen der Schwäche gilt, so haben sie Angst, dass die Schwäche mit dem Gebrauch von starken Gläsern immer zunehme. Man mag den Leuten noch so viel erklären, immer wird man sich aus ihren Antworten überzeugen, dass die Erklärung nicht begriffen worden ist. Das hypermetropische

Auge ist also ein Auge, das zu schwach bricht. Die Vereinigung paralleler Strahlen findet nicht auf der Retina, sondern erst hinter derselben statt, immer vorausgesetzt, dass nicht accommodirt wird. Siehe Fig. 16. Die Vereinigung findet nicht in φ, sondern in φ' statt.

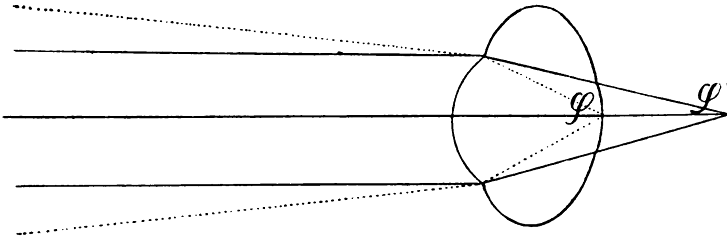


Fig. 16.

Man müsste also dem Auge eine Linse von einem Brennwerthe von $\frac{1}{\varphi} - \frac{1}{\varphi'}$ aufsetzen. Es braucht also Licht von einer besimmten Convergenz, um in φ zur Vereinigung zu kommen. Je stärker diese Convergenz sein muss, desto stärker ist der Grad der Hypermetropie. Man kann einfach den Grad der Hypermetropie ausdrücken durch den Linsenwerth, welcher das parallele Licht gerade so convergent macht, dass das ruhende hypermetropische Auge dasselbe jetzt auf seiner Retina zur Vereinigung bringt. Es macht diese Linse parallele Strahlen zu Fernpunktstrahlen. Man sagt auch, der Fernpunkt des hypermetropischen Auges ist jenseits unendlich.

Es muss also immer eine Linse von $\frac{1}{\varphi} - \frac{1}{\varphi'}$ aufgesetzt werden (Fig. 17), um ein scharfes Bild auf der Retina zu bekommen. — Wir

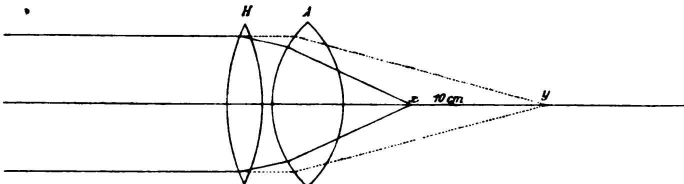


Fig. 17.

können uns auch denken, das Auge sei eine starke Linse A. Der Punkt, auf dem wir das Bild haben sollten, d. h, die Retina, sei X. — Haben wir A allein, so kommt die Vereinigung erst hinter der Retina in

y zu Stande; es sei das 10 cm hinter X. Dann ist die Brennweite von A $1/X - 1/10$. Wir müssen also eine Linse von 10 cm der Linse A, welche das Auge repräsentiren soll, aufsetzen, um die Vereinigung in X, auf der Retina zu haben. —

Es wird also mit andern Worten die Hypermetropie ausgedrückt durch die Linse, welche das parallele Licht so convergent macht, dass es sich auf der Retina vereinigt. Es muss dabei stets die Accommodation ausgeschlossen bleiben. — Ein normales Auge kann man hypermetropisch machen, indem man ihm Concavgläser aufsetzt. Das so armirte Auge kann paralleles Licht nicht mehr vereinigen, es braucht convergentes Licht.

Die Diagnose der Hypermetropie ist leicht. Es müssen aber doch gewisse Cautelen beobachtet werden. Schwache Grade von Hypermetropie können leicht übersehen werden. So sehen wir gar nicht selten Leute, die nie über ihre Augen geklagt, sich für ganz normal angeschaut haben, wenn sie wegen Iritis z. B. Atropin haben nehmen müssen, jetzt plötzlich klagen, dass sie nicht mehr scharf in die Ferne sehen. Wir setzen ihnen ein Concavglas vor und sie sehen vortrefflich. Der Betreffende hat eben, ohne eine Ahnung davon zu haben, vorher für die Ferne accommodirt.

Die Ursache der Hypermetropie liegt in der Form des Auges. Das Auge ist zu kurz, ist überhaupt etwas zu klein. Das erklärt uns auch, warum das kindliche Auge hypermetropisch ist. Nach Donders soll durch Flüssigkeitsverlust in schweren Krankheiten zuweilen des Auge vorübergehend hypermetropisch werden. Vielleicht spielt dabei doch mehr die Abschwächung der Muskelenergie die Hauptrolle. Der Accommodationsmuskel verliert seinen Tonus, ist tiefer eingestellt. Mit der Besserung der Ernährung überhaupt kehrt er in seinen frühern Zustand zurück. Wir sehen mit der Hypermetropie häufig gewisse Anomalien, mangelnde Ausbildung des Schädels verbunden. Man findet flaches Gesicht, geringe Pupillendistanz. Auch Unregelmässigkeiten, mangelhafte Entwickelung der Augen überhaupt kommen vor. Die Kammer ist meistens flach, es kann sich das Auge dem Mikrophthalmus nähern. Astigmatismus kommt sehr häufig vor. Der Winkel *Alpha* ist gross. —

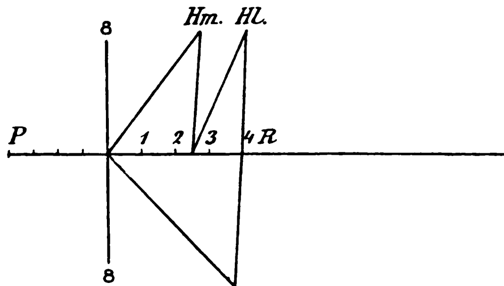
Asthenopische Beschwerden.

Die gewöhnlichsten Klagen der Hypermetropen sind das Gefühl der Ermüdung. Die Leute kommen und sagen, sie haben

schwache Augen. Die Anfänger machen nun bei der Untersuchung gewöhnlich den Fehler, dass sie die Patienten in der Ferne lesen lassen, und wenn sie nun finden, dass der Patient ohne Gläser gut in die Ferne sieht, so nehmen sie an, dass der Betreffende Emmetrop sei. — Ganz falsch! Sie vergessen die Thatsache, dass der Hypermetrop im Stande ist, durch Accommodation seine Hypermetropie zu maskiren. Der Versuch beweist also Nichts gegen Hypermetropie, nur gegen Myopie. Myop kann einer sicher nicht sein, wenn er ohne Gläser scharf in die Ferne sieht. Man muss also, wenn geklagt wird, Convexgläser vorhalten. Sieht der Betreffende damit gut in die Ferne, so ist er sicher Hypermetrop, verwirft er Convexgläser, so ist Hypermetropie nicht ausgeschlossen. Er kann fortfahren, unter dem Convexglas zu accommodiren, obwohl er es nicht nöthig hat. Das muss man sich einprägen. Man wird also dann, wenn Verdacht auf Hypermetropie vorliegt, entweder atropinisiren, oder mit dem Spiegel oder mit Skiaskopsie untersuchen. Im Allgemeinen wird man bei jungen Leuten mit kräftiger Accommodation am meisten Schwierigkeit haben. Immer muss man mit den Convexgläsern möglichst hoch steigen, um den Grad der Hypermetropie anzugeben. — Es kann die Hypermetropie auch mit Amblyopie verbunden sein. Es werden hochgradige Hypermetropen häufig als Amblyopen bezeichnet. Amblyopen, auch wenn sie jugendlich sind, also von Presbyopie keine Rede sein kann, nehmen gerne Convexgläser für die Nähe. Sie vergrössern ihnen das Bild. Untersucht man aber für die Ferne, so hört das bei reiner Amblyopie auf und die Diagnose der Hypermetropie ist gesichert. Bei hohen Graden von Hypermetropie ist übrigens die Sehschärfe selten ganz normal.

Wir sehen also, dass der Umstand, dass der Hypermetrop zu schwach brechend ist und einen Theil der Accommodation schon für die Ferne aufwendet, der Grund seiner Beschwerden ist. Die Hypermetropie zerfällt nun in zwei Theile, in die manifeste und latente, *Hm* und *Hl*. — Man nennt den Theil der Hypermetropie, der durch Erschlaffung der Accommodation zu Tage tritt, manifeste Hypermetropie. Sieht man z. B., dass ein Mensch mit 2,5 Dioptrien noch deutlich in die Ferne sieht, mit 3 aber nicht mehr, so sagen wir: Er hat eine manifeste Hypermetropie von 2,5 Dioptrien. Träufeln wir nun dem Betreffenden eine Lösung von Atropin ein, so sieht er am besten mit Convex 4. Wir sagen dann, er hat ausserdem eine latente Hypermetropie von 1,5 Dioptrien. Ausser der mani-

festen und latenten Hypermetropie setzt sich die totale Hypermetropie zusammen. Der Betreffende in unserm Beispiel hat also eine totale Hypermetropie von 4 Dioptrien. Man kann sich das auch graphisch darstellen, indem man die einzelnen Dioptrien auf eine Horizontale aufträgt. (Fig. 18.) Der senkrechte Strich scheidet



H. totalis. Fig. 18.

das positive von dem negativen Bereich. Er giebt die Marke von unendlich. Wir sehen, wie in unserm Falle die manifeste Hypermetropie überwiegt gegen die latente.

Wir wollen uns einen zweiten Fall vorstellen. Dort sehen wir jedes Convexglas verworfen, das höher geht, als eine Dioptrie. (Fig. 19.)

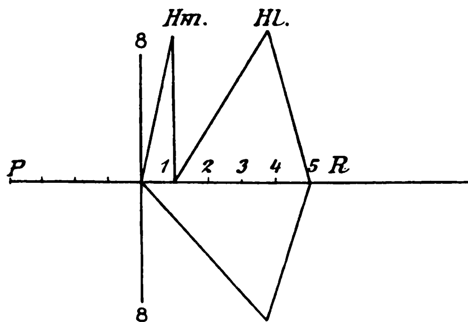


Fig. 19. H. totalis.

Atropinisiren wir aber, so finden wir eine Hypermetropie von 5 Dioptrien. Es ist die totale Hypermetropie also in diesem Falle 4 Mal so stark, als die manifeste. Es ist das ein Umstand, der bei der Verschreibung der Gläser sehr in Betracht fällt. In unseren beiden Fällen besteht auch ausser dem negativen Accommodations-

bereich noch ein positives, und zwar in beiden Fällen eins von 4 Dioptrien. Beide Fälle erlauben also bei höchster Accommodàtionsanstrengung, ein genaues Bild von einem 25 cm. entfernten Gegenstand zu gewinnen. Die beiden werden aber bei längerer Arbeit müde werden.

Ist das ganze Accommodationsbereich soweit hinausgerückt, dass es nicht mehr positiv ist, so heisst man die Hypermetropie absolut. Ein solcher Mensch ist natürlich ohne Gläser übel daran. Liegt sein Nahepunkt eben noch in Unendlich, so wird er mit höchster Anstrengung seiner Accommodation gerade noch im Stande sein, sehr ferne Gegenstände deutlich zu sehen. Ist aber auch sein Nahepunkt jenseits unendlich gerückt, so sieht er eben keinen äusseren Gegenstand deutlich ohne Gläser. Eine solche absolute Hypermetropie stellt sich bei erheblicher Hypermetropie immer mit zunehmendem Alter ein und jammern solche Leute gar. Sie haben früher, wie sie erzählen, ein ausgezeichnetes Gesicht gehabt, in der Jugend auch für die Nähe; sie haben allerdings früh angefangen, Gläser zu tragen und denken vielleicht, oder sagen es auch, dass sie damit ihre Augen verdorben haben. Jetzt sind sie ganz schlecht daran, die Augen sind äusserst schwach, nicht einmal ihre besten Bekannten sehen sie mehr auf der Strasse, und sie bilden sich ein, wohl ganz ihre Augen zu verlieren. Man kann versuchen, solche Leute zu trösten. Meistens wird es nicht viel nützen. Sie bleiben, und man kann sagen mit Recht: laudatores temporis acti.

Man hat auch von relativer Hypermetropie gesprochen. Es sind das Fälle, wo für kurze Distanzen die Accommodation nicht ausreicht, wo aber durch übermässige Convergenz der zum genauen Sehen nöthige Grad von Accommodation aufgebracht werden kann. Es sind das Augen, bei denen anfangs in die Nähe geschielt wird, wo dann nach und nach für immer Schielen eintritt. Es erreicht dann in diesen Fällen φ' die Netzhaut. —

Gehen wir nun zur Betrachtung der Accommodation über bei den Hypermetropen, so werden wir bald sehen, dass für die Frage der Brillenbestimmung bei Hypermetropen dies von capitaler Bedeutung ist. — Im Allgemeinen verhält sich die allmälige Abnahme der Accommodation beim Hypermetropen gesetzmässig, wie beim Emmetropen. Donders hat in seinem classischen Werke die betreffende Curve gezeichnet. —

Des bessern Verständnisses halber wollen wir einige Beispiele nehmen.

1. Nehmen wir einen Hypermetropen von 4,5 Dioptrien. Sein Accommodationsbereich sei 6 Dioptrien. (Fig. 20.) Sein Nahepunkt liegt in 66 cm. Er ist offenbar sehr schlecht daran. Er braucht $^3/_4$

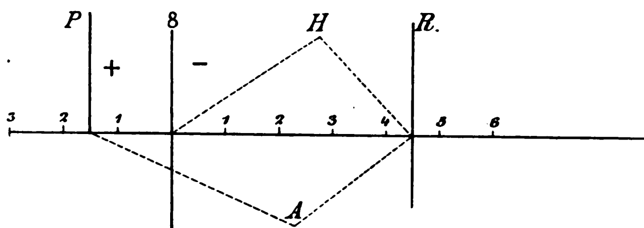


Fig. 20.

seiner Accommodation, nur um auf Unendlich herein zu sehen. Wollen wir ihn also auf 22,1/2 cm. herein bringen, so müssen wir ihm wenigstens Convexglas 3 aufsetzen. Da wird er noch seine ganze Accommodation brauchen, was nicht zulässig ist.

2. Nehmen wir einen Hypermetropen von 1,5; derselbe soll (Fig. 21)

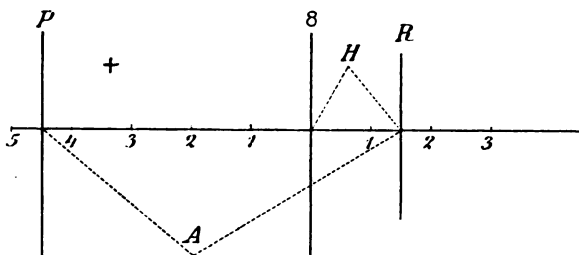


Fig. 21.

ebenfalls 6 Dioptrien Accommodation haben. Dieser Mensch braucht also 1,5 seiner Accommodation, um in die Ferne zu sehen. Er hat also noch 4,5 seiner Accommodation. für die Nähe übrig. Sein Nahepunkt liegt in 22,5 cm. Er wird also auch ohne Glas noch gut lesen können. Er kann ja auch den Gegenstand etwas weiter weghalten als 22 cm, wenn er gute Sehschärfe besitzt. Sinkt seine Accommodation nur noch wenig, so wird er für Nahebeschäftigung immer Brillen tragen müssen.

Nehmen wir ein drittes Beispiel: Die Hypermetropie sei 4,5, (Fig. 22) die Accommodation sei 7 Dioptrien, so bleiben ihm für das positive

Accommodationsbereich nur 2,5 übrig, sein Nahepunkt ist in 40 cm. Will er eine Arbeit verrichten, die eine Annäherung auf 33 cm. verlangt, so muss er sich 0,5 Dioptrien aufsetzen. 33 cm. entsprechen 3 Dioptrien. Er hat aber, wie wir gesehen haben, nur 2,5 zur Disposition.

4. Nehmen wir einen Hypermetropen, der eine H. von 3 Dioptrien

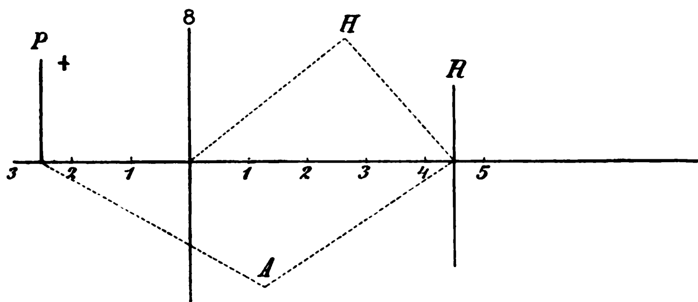


Fig. 22.

hat. (Fig. 23.) Er soll 9 Dioptrien A. haben. Es bleiben ihm also diesseits Unendlich noch 6 Dioptrien. Er hat einen Nahepunkt von 16 cm. So lange er diese grosse Accommodation hat, oder mit anderen Worten, so lange er jung ist, braucht er keine Gläser. Mit 20 Jahren ist seine Accommodation schon auf 4,5 gesunken und er wird schon hie und da das Bedürfnis fühlen, Gläser zu tragen.

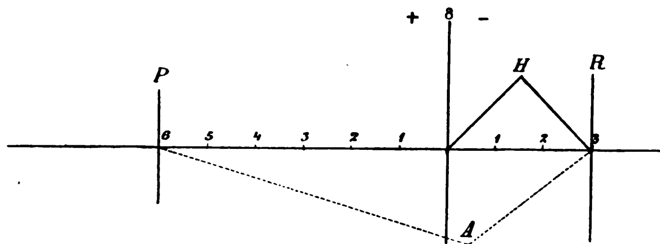


Fig. 23.

Wollen wir bei einem Hypermetropen den Grad der Presbyopie bestimmen, so machen wir es wie beim Emmetropen. Wir setzen ihm also auch ein Convexglas auf, z. B. 4. Wir bringen nun nach und nach die Schrift näher, bis er angiebt, nicht mehr scharf zu sehen. Nehmen wir an, wir hätten die Schrift nicht näher als

40 cm bringen können, so entspricht das 2,5 Dioptrien. Sein wirklicher Nahepunkt ist also 1,5 Dioptrien jenseits Unendlich. Er hat eine absolute Hypermetropie und wir müssen ihm zu den unzulänglichen 4 noch 2 hinzugeben. Er wird dann mit 6 convex gerade auf Lesedistanz hineinkommen. Er wird wahrscheinlich mit diesem Convex 6 nicht einmal auskommen. —

Aus unsern Auseinandersetzungen ersieht man leicht, dass hochgradige Hypermetropen schon in verhältnissmässig jugendlichem Alter absolut hypermetropisch werden müssen, also früh beständig Convexgläser tragen müssen. Der stärkste, bis jetzt beobachtete Grad von Hypermetropie ist etwas über 23 Dioptrien. So etwas kommt aber äusserst selten vor. Schon Grade von 12,13 Dioptrien sind sehr selten. Diese Leute werden meist für kurzsichtig gehalten. Sie sehen noch am besten, wenn sie die Sachen ganz nahe halten. Als Regel für Brillenverschreibung bei jugendlichen Hypermetropen gilt, dass man die manifeste Hypermetropie corrigirt. Dies gilt für leichtere und mittlere Grade bis etwa zum dreissigsten Jahr. Später wird man, je älter der Betreffende wird, immer mehr auch die latente Hypermetropie mit corrigiren. Man muss sich eben nach dem Grade der Accommodation richten. Je besser die Accommodation, desto schwächer kann das Glas sein.

Die Beschwerden, die den Hypermetropen zum Arzte führen, sind die der accommodativen Asthenopie. Es wird geklagt, dass man schwache Augen habe. Man sehe zwar momentan gut, könne aber keine anhaltende Arbeit verrichten. Setze man ein wenig aus, so gehe es wieder besser. Oder bei geringern Graden, des Morgens könne man ganz gut arbeiten, aber gegen den Abend wolle es nicht mehr recht gehen. Oder auch: In den ersten Wochentagen gehe es ganz gut; aber hinten auf die Woche wolle es nicht mehr recht vorwärts. Man kann sich die Erscheinungen leicht erklären, nachdem man einen Einblick in das Wesen der Krankheit gewonnen hat. Setzt man trotz dem Gefühl der Ermüdung, dem Verschwimmen der Gegenstände, über das auch von manchen Patienten geklagt wird, die Arbeit fort, so stellen sich mehr oder weniger heftige Kopfschmerzen ein, die sehr unangenehm werden können. Es werden diese Kopfschmerzen manchmal mit Migraine verwechselt. Es können bei schwächlichen Leuten auch allgemeine Krämpfe eintreten. Die leichteren Grade von Hm. 1, 2, 3 sind die gewöhnlichsten. Mackenzie, der in der vorophthalmoskopischen Zeit ein vortreffliches Buch über

Augenheilkunde geschrieben hat, führt in demselben 16 Mittel gegen unser Uebel an. Wir wissen, dass wir nur durch Gläser etwas ausrichten können. Wir müssen also zunächst wenigstens versuchen, die Leute, die immer ihre Augen für schwach halten, über den Zustand ihrer Augen möglichst aufzuklären.

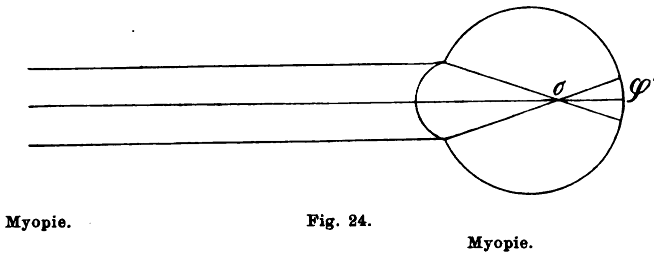
Gewöhnlich haben die Leute einen Widerwillen gegen die Brillen. Sie erzählen einem zuweilen schüchtern, sie haben die Brille der Mutter oder Grossmutter aufgesetzt und damit haben sie gut gesehen. Eine eigene Brille haben die Leute nicht. Man corrigirt im Allgemeinen bei jüngeren Leuten die manifeste Hypermetropie. Je älter die Leute sind, desto mehr muss man sich der completen Corrcetion nähern. Häufig kommt der Hypermetrop und sagt, er werde bald müde oder auch, er sehe mit seiner schwächeren Brille besser als mit der neuen, diese sei ihm zu stark. Es kommt das daher, dass der Hypermetrop, der früher nothgedrungen stark accommodirt hat, das nun unter seiner Brille gewohnheitsmässig fortsetzt. Da er nun schon ein stärkeres Glas aufhat und noch accommodirt, so muss er den Gegenstand näher nehmen und das genirt und ermüdet ihn, wegen der starken Anstrengung der inneren Augenmuskel. Man muss daher darauf aufmerksam machen, dass man das Buch weit weg halten muss. Hat man ältere Hypermetropen, so hat man immer mit der Furcht vor zu starken Brillen zu kämpfen. In unseren Gegenden sind es meistens Handarbeiterinnen, Fabrikarbeiterinnen, die wegen H. zu uns kommen. Sehr häufig ist es bei den geringeren Graden nothwendig, mit schwächeren, als den definitiven Gläsern anzufangen. Dann kommen nach einiger Zeit die Leute und sagen, dass die Brille zu schwach sei. Sie haben jetzt gelernt, unter der Brille ihre Accommodation zu erschlaffen und man giebt ihnen jetzt erst das richtige Glas. — Zuweilen klagen die Leute auch darüber, dass sie nicht mehr scharf in die Ferne sehen ohne Brille. Sie haben durch den Brillengebrauch verlernt, für die Ferne zu accommodiren, was sie früher gethan haben und zwar auch unwillkürlich. Solche Leute sollen eben auch für die Ferne wenigstens einen Zwicker tragen. Bei guten Muskeln wird man auch sehr starke Gläser vertragen. Bei hypermetropischen Amblyopen müssen stärkere Gläser verschrieben werden, als es die Hypermetropie verlangt. Wie gesagt, wird man wegen der Schwäche der Muskulatur hier in Verlegenheit kommen können. —

Wie verhält es sich mit dem Brillentragen in die Ferne? — Man

wird häufig darüber befragt. Es wird die Antwort verschieden ausfallen, je nach dem Alter und dem Grade der Hypermetropie. Nöthig ist das Tragen der Brille bei leichteren Graden der Hypermetropie nicht. Die Leute können ja accommodiren und schadet ihnen das Nichts. Ist die H. stark und die Accommodation gering, so müssen continuirlich Gläser getragen werden und giebt man noch einen Zwicker hinzu, der aufgesetzt wird, wenn man lesen will. Man kann natürlich auch zwei Brillen, eine schwächere für die Ferne und eine stärkere für die Nähe verschreiben. Bei jugendlichen Individuen beständig Gläser zu tragen, empfiehlt sich wohl nur bei beginnendem Strabismus convergens. Der Strabismus, welcher von Hypermetropie abhängt, zeigt sich gewöhnlich nur bei den geringeren Graden von Hypermetropie.

Myopie. *M.*

Die Myopie ist der direkte Gegensatz der Hypermetropie. Bei der Myopie besteht eine Verlängerung des Auges, während bei der Hypermetropie die Augenaxe verkürzt ist. Durch die Axenverlängerung wird das myopische Auge zu stark brechend, im Gegen-



Myopie. Fig. 24.

Myopie.

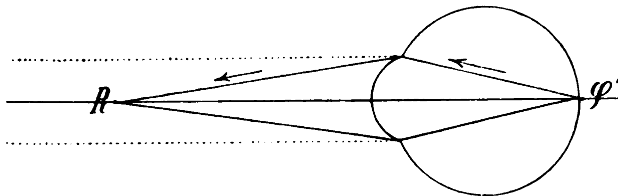


Fig. 25.

satz zur Hypermetropie, wo die Brechkraft zu gering ist. Die Vereinigung der parallelen Strahlen erfolgt nicht in φ', sondern in *o* (Fig. 24), vor der Retina, und es giebt auf der Retina hintere

Zerstreuungskreise. Die Vereinigung erfolgt eben im Glaskörper und je stärker die Myopie ist, desto bedeutender, störender sind die Zerstreuungskreise. Der Kurzsichtige hat also von fernen Gegenständen nur ein sehr verschwommenes, undeutliches Bild. Umgekehrt wird auch das vom Hintergrund ausstrahlende Licht nicht, wie im emmetropischen Auge, parallel aus dem Auge treten. Es wird convergiren und zwar in unserem Beispiele nach *R*. (Siehe Fig. 25.) *R* ist das Punctum remotum. Das von *R* ausstrahlende Licht wird gerade noch zur Vereinigung auf der Retina gelangen, ohne dass die Accommodation in Anwendung gebracht wird. Der Fernpunkt des kurzsichtigen Auges liegt also in einer endlichen Ferne vor dem Auge. Je näher er vor dem Auge liegt, desto kurzsichtiger ist das Auge. Die Fernpunktsbestimmung giebt uns den Grad der Myopie. Man kann den Grad ausdrücken durch die Bestimmung des Concavglases, das das parallele Licht so divergent macht, als käme es vom Fernpunkt. Es ist das Glas, dessen Brennpunkt im Fernpunkt liegt. Könnte man das Glas gerade dem Auge auflegen, so würde es genau den Grad der Myopie angeben. So aber muss die Distanz des Glases der Fernpunktsdistanz oder vielmehr der Brennweite zugezählt werden. Durch das Glas wird also die Myopie zu hoch angegeben. Müssen wir z. B. ein Glas von 5 Dioptrien vor das Auge setzen und zwar 5 cm vom Auge entfernt, so ist die Myopie nicht 5 Dioptrien, sondern 4; denn der Brennpunkt des Glases liegt ja 20 + 5 cm vor dem Auge, was einer Linse von 4 Dioptrien entspricht.

Das Publikum hat im Allgemeinen eine ganz falsche Ansicht über das Sehen der Myopen. Die Einen meinen, man sehe von fernen Gegenständen gar Nichts. Der Myope sieht aber Alles: Berge, Bäume u. s. w., aber Alles ist undeutlich, verschwommen.

Der Grad der Myopie wird also durch Vorhalten von Concavgläsern bestimmt. Diese sollen möglichst nahe vor das Auge gehalten werden. Das schwächste Glas, mit welchem man scharf in die Ferne sehen kann, giebt den Grad der Myopie. Nimmt man stärkere Gläser, so strengt der Mensch seine Accommodation an und sieht auch noch. Lesen die Patienten beim Optiker das Glas aus, der sie einfach frägt, mit welchem Glase sie am besten sehen, so werden häufig zu starke Gläser ausgesucht. Unter dem zu starken Glase wird accommodirt; die Pupille wird dabei enger und das Bild schärfer. Das Tragen von zu starken Gläsern wird aber schädlich sein, weil dadurch beim Blicke in der Nähe accommodirt werden

muss. Ich sah schon nach dem Tragen von zu starken Gläsern asthenopische Beschwerden auftreten mit erheblicher Hyperaemie des Hintergrundes. — Besteht Accommodationskrampf, so erhält man durch Prüfung mit den Gläsern immer zu starke Grade von Myopie. Man muss also entweder atropinisiren oder aber mit dem Spiegel die Refraktion bestimmen. Es ist auch gut, wenn man noch binokulär controlirt. Man wird dann häufig finden, dass die Myopie zu stark und die Hypermetropie zu schwach genommen worden ist. Auch die Sehschärfe ist binokulär häufig etwas anders, als monokulär, und zwar gewöhnlich besser. Schwache Grade von Myopie mit sehr gutem Sehvermögen können leicht übersehen werden. Ein solcher Myope liest noch Snellen auf 20 Fuss auch ohne Glas. Mit einem Glase würde er aber vielleicht diese Schrift auf 25 oder noch mehr Fuss Distanz sehen. Es kann auch stärkere Myopie schwächer scheinen, wenn Jemand sehr enge Pupillen hat.

Man hört oft Leute erzählen, ihre Kurzsichtigkeit sei schwächer geworden. Sie tragen jetzt schwächere Gläser, als früher, und es kommt das her von dem Engerwerden der Pupille mit zunehmendem Alter. Unsere gewöhnlichen Brillenkasten gehen auf 20 Dioptrien. Mit einem Concavglase von 20 Dioptrien kann man Myopie 20 nicht corrigiren. Die Brennweite des Glases ist 5 cm. Man kann nun das Glas nicht viel näher als 1 cm vom Auge halten. Paralleles Licht kommt also so ins Auge, als wenn es 6 cm vom Auge herkäme, also ist die Myopie 100 dividirt durch 6, also ungefähr 16—17 Dioptrien der Grad der Myopie. — Da man aber doch den Grad der Myopie bestimmt, um das entsprechende Glas zu haben, so ist es einfacher, auch einfach den Gläserwerth für Bezeichnung der Myopie zu benutzen.

Trotzdem die Myopie eine sehr häufig vorkommende Anomalie ist, so häufig, dass man sogar so weit gegangen ist, das myopische Auge als Normalauge der gebildeten Völker zu bezeichnen, gehen doch die Anschauungen über die Ursachen und die Entstehung derselben selbst unter den Fachleuten sehr auseinander. — Anerkanntermaassen kommt die Myopie bei Völkerschaften, die sich von Jagd und Viehzucht nähren, viel seltener vor, als bei den sogenannten gebildeten Völkern. In Deutschland werden am meisten Brillen getragen, und macht man den wohl ziemlich berechtigten Schluss, dass in Deutschland auch die Myopie am meisten verbreitet sei. Selbst Donders, der ein grosses Gewicht auf die Heredität

legt, giebt zu, dass die Beschäftigung mit nahen Gegenständen Myopie hervorrufen könne. Er meint, der Druck der Muskeln sei bei der Nahearbeit, bei der damit verknüpften Convergenz stärker und übe so eine schädliche Wirkung auf die Form des Auges. Es ist das die Convergenztheorie. Ihr gegenüber steht die Accommodationstheorie. Ich habe mich immer zu der letzteren bekannt und glaube auch heute, dass sie mit den vorhandenen Thatsachen am besten stimmt. Arlt, der noch in hohem Alter eine Broschüre über Myopie geschrieben hat, meint, die Muskeln üben bei convergentem Blick einen Druck auf die Vortexvenen aus. Es sollten auf diese Weise die Masse des Blutes innerhalb des Auges vermehrt werden. Das soll die Sclera auflockern und so die Widerstandsfähigkeit des Auges verringern. Man hat früher das myopische Auge für ein starkes Auge gehalten. Auch heutzutage thun sich manche Myopen auf ihre Augen Etwas zu gute. Sie können bei hereinbrechender Dunkelheit noch mit ihrer Arbeit fortfahren, können feinste Schrift Stunden lang ohne besondere Mühe lesen, sehen noch ohne Brillen, zu einer Zeit, wo ihre Altersgenossen schon längst Brillen tragen müssen.

Sobald man wusste, dass kurzsichtige Augen schwache, vulnerable Augen sind, wandte man sich gegen die, die Myopie bedingenden Faktoren. Zunächst wollte man die Schule verantwortlich machen für das Anwachsen der Myopie. — Cohn hat zuerst eine grössere Anzahl von Schülern auf ihre Augen untersucht. Er fand, dass im Allgemeinen mit zunehmendem Alter der Schüler die Grade der Myopie zunehmen und die Anzahl der Myopen. Er hat dann sofort aus dem post hoc ein propter hoc gemacht. Er ist auch zu viel beweisend geworden, hat sogar behauptet, dass mit der Höhe des Stockwerks, in welchem das Schullokal befindlich, auch die Anzahl der Myopen stimme, im tiefsten Stockwerke die meisten Myopen sich befinden. — Diesen übertriebenen Angaben gegenüber konnte eine Reaktion nicht ausbleiben. Man behauptete jetzt, dass die Anzahl der Myopen gar nicht zunehme. Man sagte, dass an Orten, wo inzwischen passende Schullocalitäten geschaffen worden, doch deshalb keine Abnahme der Myopie stattgefunden. Um wirklich schlagende Argumente zu haben, müsste man gleich grosse Gruppen von Kindern haben, mit ähnlichem Hereditätsverhältnisse. Man müsste die einen viel im Freien sich aufhalten und sich möglichst körperlich stärken lassen, während die andern die Schule in der

gewöhnlichen Art zu durchlaufen hätten. Bei unseren jetzigen Verhältnissen ist ein solcher Versuch gar nicht möglich.

Einige Schlüsse sind aber wohl sicher aus den vorliegenden Thatsachen zu machen. Es können Leute, die sich viel mit feinen Sachen befassen und nicht erblich belastet sind, kurzsichtig werden. Ich habe Gelegenheit, dies häufig constatiren zu können, bei den Zöglingen des hiesigen Missionshauses, die meist aus ländlichen Familien sich rekrutiren, bei denen sonst Kurzsichtigkeit nie beobachtet worden ist. Die Zöglinge müssen in kurzer Zeit die verschiedenen alten und neuen Sprachen lernen und sind ihre Augen für die Nähe sehr angestrengt. Ferner muss durchaus zugegeben werden, dass auch diese Myopien einen progressiven Charakter annehmen können. Im Allgemeinen wird die Progressivität bei Myopien mit hereditärer Belastung eine ausgeprägtere sein. Es verhält sich bei der Heredität der Myopie nach meiner Ansicht ganz gleich, wie mit der Heredität überhaupt. Man hat ja in physiologischen Kreisen sich in den letzten Jahren viel hin und her gestritten, ob eine Forterbung von erworbenen Anomalien möglich. Die Beobachtungen bei der Myopie beweisen das durchaus. Es ist allgemein anerkannt, dass die Erblichkeit bei der Myopie eine grosse Rolle spielt. — In ophthalmologischen Kreisen ist man sogar ins entgegengesetzte Extrem übergesprungen. Man hat die Möglichkeit der Entstehung von Myopie ohne erbliche Anlage nicht zugeben wollen. Wie gesagt, diesen Beweis bringt die tägliche Erfahrung. Uebrigens muss doch einmal einer wenigstens durch Erwerbung kurzsichtig geworden sein und dessen Nachkommen erst hätten die Myopie erben können. Die gleichen Ursachen, die aber den Ersten kurzsichtig gemacht haben, werden wohl auch heute noch Andere kurzsichtig machen können! —

Man muss nun sagen, dass es eine Anzahl von Myopien giebt, die angeboren sind, und das sind gerade die ganz hochgradigen Myopien. Diese Myopien dürften bei allen Völkerschaften vorkommen und möchten in embryonalen Vorgängen ihren Grund haben. Es sind das die Myopien von 15—20 Dioptrien. — Diese muss man bei der Besprechung der Ursachen der Myopie ganz bei Seite lassen, wenn man nicht eine grosse Verwirrung anrichten will. Die erworbenen Myopien erreichen diese Grade nie. Ganz falsch aber ist, was Einzelne behaupten, dass die erworbenen, nicht mit

Heredität belasteten Myopien nicht auch höhere Grade erreichen können.

Gehen wir nun zu den Ursachen der Myopie über, so wird von Manchen der Accommodationskrampf beschuldigt. Ed. Jäger hat diesen Krampf schon beobachtet und hat diese Art der Kurzsichtigkeit Plesiopsie geheissen. Gewöhnlich tritt der Accommodationskrampf bei jugendlichen Individuen auf, ist aber nicht ganz auf sie beschränkt. Es giebt auch ältere Leute, die beobachten, dass, wenn sie längere Zeit sich mit feineren Gegenständen abgegeben, auf einmal nicht mehr scharf in die Ferne sehen. Dobrowolsky hat zuerst auf die Häufigkeit des Accommodationskrampfes aufmerksam gemacht. Bei beginnender Myopie ist dieser die Regel. Das wurde von den Gegnern dieser Theorie Anfangs geleugnet. Die Anhänger der Convergenztheorie sagten, der Accommodationskrampf ist sehr selten. Später kehrten sie den Spiess um und sagten: alle Menschen jugendlichen Alters haben Accommodationskrampf. Es hat sich aber herausgestellt, dass der Grad des Krampfes beim Myopen viel höher ist, als beim Emmetropen. — Prüfen wir nun einen solchen Krampfmyopen, so giebt er uns auch an, dass er nicht scharf in die Ferne sehe. Wenn wir durch ein Mydriaticum seine Accommodation eliminiren, so stellt sich plötzlich heraus, dass in Wirklichkeit Emmetropie oder sogar Hypermetropie besteht.

Wenn man Kinder beobachtet, die lesen uud schreiben lernen, so wird man in der Regel bemerken, dass sie die Schrift, das Buch immer näher und näher nehmen. Je näher sie es nehmen, desto eher glauben sie, es zu fassen. Man zwingt sie, das Buch wieder zu entfernen, so geht es eine kurze Weile; sie stossen auf eine Schwierigkeit; näher und immer näher wird das Buch gehalten. Es ist das etwas Instinctives und wird das weder durch eine gute Schulbank noch durch die Steilschrift verhindert. Gute Schulbänke sind gewiss etwas Nützliches; noch besser ist eine gute Beleuchtung Aber, wenn wir wirklich Abhülfe treffen wollen, so kommen wir nicht mit Palliativmitteln, zum Ziele, sondern wir müssen von Grund auf unsere ganze Schule reformiren. Wir müssen die Zeit, wo die Augen angestrengt werden, möglichst kürzen und die Zeit, wo Verstand und Auffassungsvermögen des Schülers geübt werden, verlängern. Man muss Gemüth und Phantasie der Kinder fesseln, muss sie Freude gewinnen lassen an allem Guten

und Schönen, die Möglichkeit, ein heiliges Feuer der Begeisterung in der Kinderseele anzuzünden, benützen. Einstweilen geht durch die ganze Erziehungs- und Lehrkunst von dem Kindergarten hinauf bis zur Universität der Wunsch, möglichst viel verdautes und unverdautes Zeug in die Köpfe zu stopfen. Doch wie soll das der Lehrer fassen, der selbst nichts versteht, als das selbst Unverdaute auch Andern wieder einzustopfen? der genöthigt ist, ein gewisses Pensum in gewisser Zeit abzuwickeln?

Wenn nun die beständige Nahestellung, die eine starke Accommodationsspannung fordert, immer fest gehalten wird, so verliert der Accommodationsmuskel nach und nach die Fähigkeit, sich zu entspannen und das Auge wird nach und nach in diesen Zustand hinein wachsen. Die Krampfmyopie wird nach und nach zur Axenmyopie. — Diese stärkere, bleibende Contraktion ist etwas, was auch bei andern Muskeln vorkommt. So wird bei einem Arbeiter, der beständig seinen Biceps in Anwendung bringt, der Arm nach und nach in einer leichten Flexionsstellung als Ruhestellung verharren. Es stellen sich nach und nach eben trophische Veränderungen ein.

Wir wollen uns nun an einigen Beispielen die Sache veranschaulichen! — Nehmen wir einen Myop von 3 Dioptrien.

Wir können uns 4 Fälle denken: 1. Diese Dioptrien sind nur

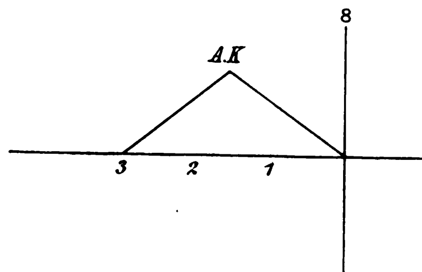


Fig. 26.

Krampf. Nach Application des Mydriaticums ist Emmetropie vorhanden. 2. Es sind 2 Dioptrien Krampf; eine Dioptrie ist Axenmyopie; atropinisirt braucht der Betreffende nur noch Nr. 1, um deutlich in die Ferne zu sehen. 3. Nur eine Dioptrie ist Krampf; 2 sind bereits Axenmyopie. Es braucht Nr. 2 um deutlich in die Ferne zu sehen. 4. Alles ist Axenmyopie. Auch nach der Application des Mydriaticums bleibt die Myopie 3, wie sie vorher ge-

wesen. 2 Dioptrien Krampf stellen hier in unserem Beispiel schon eine erhebliche Quote dar. — Es muss durchaus betont werden, dass

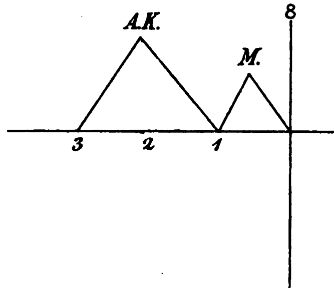


Fig. 27.

wesentlich im Initialstadium der Myopie Krampf vorhanden ist in erheblichem Grade. Mit dem Wachsen der Myopie tritt die Axen-

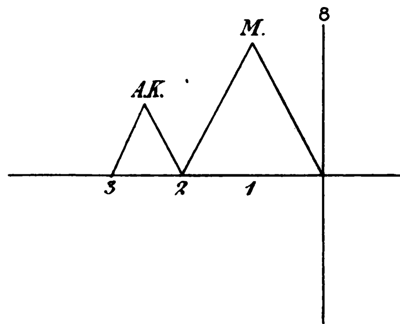


Fig. 28.

verlängerung immer mehr in den Vordergrund. Will man also diese Frage diskutiren, so muss man seine Beobachtungen an jugendlichen

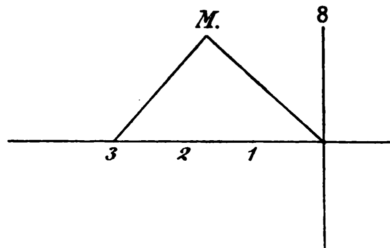


Fig. 29.

Myopen machen. Es hat auch gar keinen Zweck, obwohl es immer noch geschieht, bei höheren Myopiegraden noch Atropinkuren zu

machen. Ich stelle mir nun vor, dass diese krampfhafte Contraction des Accommodationsmuskels, dessen hintere Parthien sich in die äusseren Lagen der Choroidea fortsetzen, dort eine Zerrung der Aderhaut bedingt, die sich besonders an ihrem hinteren Ende markiren wird. Es wird die choroideale Schicht von der Eintrittsstelle des Opticus abgezogen; es bildet sich ein sogenannter Bügel. Zu gleicher Zeit tritt eine stärkere Infiltration des choroidealen Gewebes ein, eine Entzündung, die von V. Gräfe als Scleroticochoroiditis bezeichnet worden ist. Von vielen Seiten hat man diesen entzündlichen Process nicht gekannt und ganz geleugnet. Man wird ihn aber bei genauer Beobachtung ganz frischer Fälle von Myopie selten vermissen. Durch die Entzündung wird eine geringe Widerstandsfähigkeit gegen den intraokulären Druck gesetzt; der Bulbus giebt an seinem hinteren Ende nach, er verlängert sich. Der Charakter des myopischen Auges ist ja eben der Langbau. Scarpa hat zuerst darauf aufmerksam gemacht. Die Verlängerung erreicht bei hochgradig myopischen Augen einen hohen Grad, bis auf 32 mm, während das normale Auge etwa 24 mm lang ist. Man hat diese mit Verdünnung der Formhäute verbundene Ausdehnung hinteres Staphylom genannt. Man darf den Bügel nicht mit dem hinteren Staphylom verwechseln. Staphylom besteht nur bei den höheren Graden der Myopie. Wir haben oben schon gesagt, dass die höchsten Grade der Myopie angeboren sind. Das Staphylom ist also meist ebenfalls congenital. —

Fragen wir nach den ophthalmoskopischen Erscheinungen, so treten solche schon sehr frühzeitig auf. Das Erste ist ein Auftreten eines schmalen Pigmentstreifens am temporalen Rande der Papille. Derselbe kann schon bestehen, ehe Kurzsichtigkeit nachgewiesen werden kann. Etwas später weicht die Grenze der Choroidea von der Papille zurück. Es bildet sich ein schmaler Meniscus mit der Convexität gegen die Macula, mit der Concavität gegen die Papille. Nicht immer ist ein deutlicher Bügel vorhanden. Häufig besteht nur eine diffuse Pigmentveränderung, eine diffuse Atrophie des dort liegenden Choroidealgewebes. Es kann sich nachher noch ein eigentlicher Bügel bilden; es kann aber auch diese diffuse Atrophie als solche fortbestehen und sich in Ausdehnung und Intensität steigern. Weitere Veränderungen zeigen sich an der Papille. Bei progressiver Myopie sieht man immer eine stärkere oder schwächere Röthung des nasalen Theiles der Papille auftreten. Es kann

dieselbe einen hohen Grad erreichen, so dass die Conturen der Papille anfangen, undeutlich zu werden. Es können auch an den Gefässen Veränderungen eintreten. Erstens finde ich überhaupt eine Vermehrung der Papillargefässe. Es kommt einem vor, die Anzahl der Gefässe habe zugenommen. Nicht selten sind die Gefässe auch geschlängelt, und zwar sowohl die Arterien, wie die Venen. Es sind das Fälle, die immer mit höheren Graden von Accommodationskrampf angefangen haben, wo die Progressivität in erschreckender Weise sich zeigt. — Das sind die Erscheinungen bei der Genesis der Myopie. Dieser entzündliche Zustand kann rasch vorübergehen und man sieht bei der entwickelten Myopie dann wieder normal gefärbte Papillen. Erst in der 40er und 50er Jahren kommen dann die gefürchteten weiteren Dinge hinzu, die Glaskörperblutungen, die Netzhautablösungen, die Veränderungen in der Macula, all diese Crux der Augenärzte und der armen Patienten! —

Die pathologisch anatomischen Veränderungen sind die entzündliche Infiltration der Choroiden am hinteren Pol, dann die allmälige Atrophie des Stroma der Aderhaut, ihre Verlöthung mit der ebenfalls mehr oder weniger atrophischen Retina, die Ausbuchtung des hinteren Poles. In den späteren Jahren die Choroiditis in Macula-Exsudation und Blutungen, welche die Atrophie dieser Stellen noch mehr steigern können. —

Die Symptome der Myopie sind wesentlich optischer Natur. Wenn man aber aufmerksam ist und Gelegenheit hat, das initiale Stadium der Krankheit zu studiren, so giebt es in vielen Fällen auch äusserlich wahrnehmbare Symptome. Dazu rechne ich häufiges Blinzeln und Zwinkern mit den Augen. Das Blinzeln hat ja der Myopie den Namen gegeben. *μύειν* heisst blinzeln. Es wird aber geblinzelt, um die Lidspalte in einen stenopäischen Spalt zu verwandeln. Das Zwinkern ist mehr unwillkürlich und stellt einen Krampf des Orbicularis dar. Nicht so gar selten kommt auch ein leichter Grad von Reizung des Auges zur Beobachtung. Die Augen thränen leicht, sind etwas lichtscheu, auch zuweilen etwas geröthet. Es kommt auch vor, dass zu rasch progressiver Myopie sich eigentliche disseminirte degenerative Chorioiditis gesellt. Ist die Myopie schon entwickelt, so finden wir immer verhältnissmässig tiefe Kammern; die Pupille ist weit. Bei höheren Graden von Myopie ist bei starker Seitenwendung des Kopfes auch die sagittale Verlängerung leicht zu constatiren. In späteren Tagen tritt sehr häufig die Prä-

valenz der äusseren Muskeln hervor. Man kann die hohe Convergenz, die zum gemeinschaftlichen Sehakt bei so grosser Annäherung des Objektes nothwendig ist, nicht mehr aufbringen. Man fängt an zu schielen oder man schliesst unwillkürlich das eine Auge. Es wird im Allgemeinen das schwächere Auge geschlossen. Auch der ganze Habitus drückt die Myopie aus. Besonders die gebeugte Stellung des Kopfes ist charakteristisch. Auch auf den Charakter des Menschen hat die Myopie einen Einfluss. Der Myope ist im Verkehr mit Andern ungeschickt, unbeholfen. Er blamirt sich, weil er nicht gehörig orientirt ist. Das macht ihn ängstlich. Zu körperlichen Uebungen, gymnastischen Spielen ist er weniger geeignet. Er ist daher gern für sich, hockt hinter seinen Büchern und steigert so sein Uebel. Myopische Kinder werden oft fälschlich für unaufmerksam gehalten.

Eine allgemeine Eigenschaft der Myopie, wenigstens der erworbenen, ist die Progressivität. Man kann von Schuljahr zu Schuljahr die Zunahme der Myopie constatiren. Es ist das eine, von den verschiedensten Beobachtern hervorgehobene Thatsache. Die Progressivität erstreckt sich bis zum 20. Lebensjahr, unter ungünstigen Arbeitsverhältnissen auch noch länger. Man kann im Allgemeinen sagen, dass nach dem 20. Jahre die Myopie stationär bleibt. Es kann die Myopie auch schon früher stationär werden und einen niederen Grad von 1—3 Dioptrien innehalten. Das sind die Augen, die das unrichtige gute Renommé der Myopie zu Stande gebracht haben. Diese Augen sehen, mit dem corrigirenden Glase bewaffnet, ausgezeichnet. Wird das Glas weggelassen, so besteht ein vortreffliches Gesicht für die Nähe, aber leider sind das eher die Ausnahmen, nicht die Regel. —

Fragen wir uns, wie sehen die Myopen, so entstehen eben von fernen Gegenständen hintere Zerstreuungskreise auf der Retina. — Dagegen sehen sie sehr gut in der Nähe, sie können ganz feine Schrift, selbst bei schlechter Beleuchtung sehen. Auch wenn die Sehschärfe bereits gelitten, ist das Sehen für die Nähe immer noch sehr gut, weil die Gegenstände sehr nahe genommen werden können. Des Nachts sind Myopen im Allgemeinen schlecht daran, draussen auf dunkler Strasse. Das Adaptationsvermögen ist schlecht entwickelt. Man kann sich leicht eine Vorstellung machen von dem Sehen der Myopen, wenn man sich starke Convexgläser aufsetzt. — Es kommt auch vor, dass man die Leistungsfähigkeit des Auges

des Myopen unterschätzt. Es haben mir schon Eltern ihre Verwunderung darüber ausgedrückt, dass ihre Kinder in der Schule nicht auf die Tafel sehen, während sie doch die Bäume und die Berge unterscheiden. Da nicht scharfe Contouren gesehen werden, so übt man sich mehr in der Auffassung der Farben. Ein kurzsichtiger Landschafter wird also ceteris paribus bessere Stimmungsbilder machen als ein scharfsichtiger.

Die Sehschärfe kann also beim Myopen ganz gut sein, so lange die Myopie ein gewisses Maass nicht überschreitet. Sobald erhebliche Zerrungen und Ausdehnungen am hinteren Pol eintreten, so verändert sich das. Donders hat hierüber bereits Angaben gemacht. Was über 6 Dioptrien hinausgeht, hat gewöhnlich schon von seiner Sehschärfe eingebüsst. Erismann hat genaue Zusammenstellungen veranstaltet. Was die Accommodationsverhältnisse anbetrifft, so ist bei leichteren Graden die Accommodation nicht erheblich verschieden vom Emmetropen. Bringt ein solcher Myop seinen Fernpunkt durch Tragen des corrigirenden Glases auf Unendlich, so ist er jetzt mit seinen Accommodationsverhältnissen dem

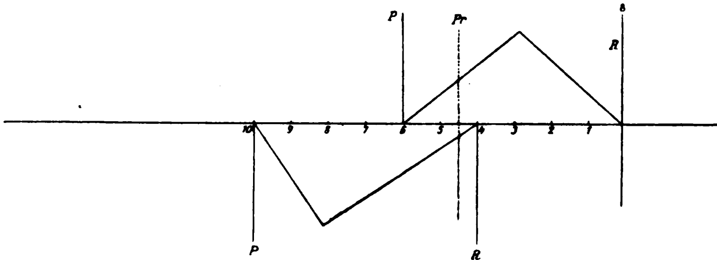


Fig. 30.

Emmetropen gleich. (Fig. 26.) Wir wollen z. B. einmal einen Emmetropen mit 6 Dioptrien Accommodation nehmen und einen Myopen von 4 Dioptrien mit der gleichen Accommodationsbreite. Während beim Emmetropen der Fernpunkt in Unendlich und der Nahepunkt in 16 cm liegt, wird beim Myopen der Fernpunkt in 25 cm und der Nähepunkt in 10 cm liegen. Das Dreieck über der Horizontale ist das Accommodationsbereich des Emmetropen, das unter der Horizontalen das des Myopen. Hat der Emmetrop und der Myop mit einem gewissen Alter 3 Dioptrien Accommodation eingebüsst, so ist der Nahepunkt beim Emmetropen auf 33 cm hinausgerückt. Er muss schon ein Convexglas von 1,5 Dioptrien aufsetzen. Beim Myopen

ist der Nahepunkt jetzt von 10 cm auf 14 cm hinausgerückt; er braucht also noch kein Glas zum Lesen. Erst wenn 5,5 Dioptrien verloren gegangen sind, ist sein Nahepunkt zu der Grenze gekommen, wo die Nothwendigkeit des Gläsertragens eintritt. Hat der Emmetrop nur noch eine halbe Dioptrie Accommodation, so braucht er jetzt ein Convexglas von 4 Dioptrien zum Lesen. Nun begreift man, dass der Emmetrop findet, der Myope habe brillante Augen. — Hat der Myope schliesslich seine ganze Accommodation eingebüsst, so ist sein Nahepunkt jetzt mit seinem Fernpunkt identisch und er hat jetzt eine Presbyopie von 0,5 Dioptrien. Er braucht also ein Concavglas von 4 Dioptrien für die Ferne und ein Convexglas von 0,5 Dioptrien für die Nähe. Er ist also weitsichtig und kurzsichtig. — Der Emmetrop braucht kein Glas für die Ferne, aber Convex 4,5 für das Lesen.

Charakteristisch für Myopie ist auch die Abnahme des Winkels α. Derselbe kann sogar negativ werden. (S. Fig. 15.) Man hat versucht, die Entstehung der Myopie auf eine grosse Basallinse zurückzuführen, brachte damit auch die häufige Insufficienz der Interni in Zusammenhang. Andere haben versucht, die Myopie mit Veränderung der Formation der Orbita in Zusammenhang zu bringen. Die diesbezüglichen Untersuchungen haben sich aber nicht als richtig erwiesen. Im Allgemeinen ist der Pupillenabstand bei Myopen grösser, als bei Hypermetropen. Auch kommt ja der Strabismus divergens hauptsächlich bei Myopen vor. Wenn wir gesehen haben, wie sehr verbreitet die Myopie bei den gebildeten Ständen ist, was für Gefahren mit den höheren Graden der Myopie verbunden sind, so muss mit Recht die Frage nach der Therapie derselben als eine sehr wichtige angeschaut werden. — Wenn irgendwo, so gilt hier der Satz, dass die Prophylaxis der wichtigste Theil der Therapie ist. Wenn man der Ueberzeugung lebt, dass übermässige Nahearbeit die Ursache der Myopie ist, so liegt es auf der Hand, dass es die Pflicht der einzelnen Individuen und des Staates ist, die Nahearbeit unter strenge Aufsicht zu stellen und möglichst zu beschränken. Einstweilen ist der ganze Zug der Menschheit auf die durch Lesen und Schreiben erworbene Bildung gerichtet. Tagtäglich noch mehrt sich die Zahl der Bücher. Einen unendlichen Ballast Gedächtnisskram schleppt die Menschheit mit sich. In die grossen Städte drängt sich Alles zusammen. Die gelehrten Berufsarten erfreuen sich eines nie dagewesenen Zudranges. Die Arbeit der Hand ist wenig geschätzt. Je grösser auf

diesen Gebieten der Zudrang, desto grösser ist auch das Quantum der Nahearbeit, und wir werden aus dieser Sackgasse erst dann wieder herauskommen, wenn die schlimmen Folgen dieser Zustände die Ueberzeugung erschüttert, dass der Literat mehr werth sei als der Bauer, wenn man einsehen gelernt hat, dass die grossen Städte die Brutstätte all der Uebelstände sind, an denen unsere Ueberkultur leidet. So lange es in sogenannten Pädagogenkreisen noch als das höchste Glück gilt, dass die Jugend eines ganzen Volkes in der Volksschule über einen Kamm geschoren werde, dass jeder selbstständige Gedanke als ein Unglück betrachtet wird, so kann man auch nicht hoffen, dass die Geissel der Myopie von der Erde nach und nach verschwinde. Die Ausbildung des Körpers ist ja Etwas, worüber erst nach und nach einige klare Gedanken wieder in die leitenden Kreise kommen müssen. In der Beziehung sind uns die Engländer weit voran. Dort spielt der Sport eine enorme praktische Rolle in dem Bewusstsein jedes Gebildeten, und die ganze Nation hat den Vortheil davon. Also eine ganz anders hervorragende Stellung muss die Kräftigung des Körpers besonders in den Städten einnehmen! — Die Klassen müssen kleiner werden. Das ist viel wichtiger noch, als schöne Schulhäuser und gute Schulbänke. Dass letztere gut construirt sein sollen, darüber ist man ohnehin einig. Was nun die bereits vorhandene Myopie anbetrifft, so ist da bei gehöriger Consequenz mit Atropinkuren, die eben wiederholt werden müssen, doch Manches zu erreichen. Man muss natürlich nichts Unmögliches von ihnen verlangen. Jedermann giebt zu, dass Chinin ein vortreffliches Mittel gegen Wechselfieber ist. Niemand aber erwartet, dass ein Geheilter, wenn er wieder dem Miasma sich aussetzt, von neuer Krankheit frei sein soll. Deshalb ist es auch unverständig, zu glauben, dass ein durch Atropin von seiner Myopie Befreiter sich jetzt ungestraft unpassender Nahearbeit aussetzen könne. Im Allgemeinen kann also der Grad der Myopie auf diese Weise unten gehalten werden. Wir wissen aber, dass nur die höheren Grade der Myopie im Allgemeinen gefährlich sind. Das strenge Festhalten an guter Körperhaltung ist ungemein wichtig, aber meist erlahmen Eltern und Lehrer in diesem Kampfe. Die verschiedenen Geradehalter werden meistens nicht lange angewendet. Der von Kallmann angegebene mit meiner Modification ist noch der praktischste.

Eine sehr wichtige Sache ist nun das Brillentragen. Da

wird aus Nachlässigkeit und Dummheit viel gesündigt. Leider bestehen, wie sich jeder beschäftigte Augenarzt leicht überzeugen kann, selbst unter Aerzten sehr verschiedene Meinungen. Es war das immer so. Donders hat die Ansicht gehabt, die corrigirende Brille dürfe getragen werden. Von Gräfe, der grosse Arzt, war immer dagegen, besonders bei jugendlichen Individuen. — Wenn man, wie ich, der Krampftheorie huldigt, so muss man gegen frühzeitiges Brillentragen sich aussprechen. Was am Anfang ohne Brille geschehen ist, wird sich, wenn der Nahepunkt durch das Glas wieder hinausgerückt worden ist, fortsetzen. Trotz der Brille wird man die Schrift wieder zu nahe nehmen. Zum Genausehen ist nun wieder Accommodationsanstrengung nöthig, die sich wieder zum Accommodationskrampf steigert. Förster hat aus dem Umstand, dass Myopen häufig zu starke Gläser tragen und doch eine schwächere Myopie behalten, als ihr Glas ausdrückt, den Schluss gezogen, das Brillentragen schade Nichts. Um wirklich den angestrebten Beweis beizubringen, wäre es aber nöthig gewesen zu wissen, wie stark die Myopie gewesen, ehe der Betreffende das zu starke Glas zu tragen angefangen. Wäre dann die Myopie auch nach dem Tragen zu starker Gläser nicht gewachsen, dann wäre es bewiesen, dass in diesen Fällen das Tragen der unpassenden Gläser nicht geschadet. Es wäre aber auch damit noch nichts allgemein Gültiges bewiesen. Man kann aber die Beobachtung machen, dass das Brillentragen direkt schadet. Mein werther, leider verstorbener Freund und Kollege Horner machte mich vor beinahe 30 Jahren schon darauf aufmerksam, wie viel weniger häufig auch bei ungefähr gleichen Graden der Myopie bei Frauen Bügel des Hintergrundes sich zeigen. Ich habe seither immer in vorkommenden Fällen hierauf geachtet, habe seither manche meiner Schüler darauf aufmerksam gemacht. Horner schrieb diese Thatsache wesentlich dem Umstand zu, dass die Frauen viel seltener und viel weniger anhaltend Brillen tragen. — Es gilt daher für mich die Regel, für Kinder unter 12 Jahren regelmässiges Brillentragen zu verbieten. Ich mache auf die Wichtigkeit guter Körperhaltung aufmerksam und weise die Kinder an, sich vom Lehrer einen Platz weit vorn und nahe am Fenster anweisen zu lassen. Genügt das nicht, um auf die Tafel zu sehen, so gebe ich entweder eine Lorgnette oder auch einen Zwicker. Ich ziehe aber die Lorgnette, die ungeschickter zum Gebrauch ist, vor, weil ich wünsche, dass das Glas

möglichst wenig gebraucht werde. Der Zwicker bleibt eben gar zu gerne auf der Nase, auch wenn er nicht nöthig ist, also beim Blick in die Nähe, und nun kommt wieder die unvermeidliche, aber schädliche Accommodationsanstrengung! — Ist der Myop schon etwas älter und ist die Nahebeschäftigung so, dass auf eine etwas grössere Entfernung, als Lesedistanz gesehen werden muss, so muss man eben zur Brille greifen. Immer gilt die Regel, nur das Nothwendige zu geben. Ist der Myop erwachsen, ist keine hohe Myopie da, so mag das corrigirende Glas beständig getragen werden. Ist die Myopie stärker, als 4 Dioptrien, auch wenn wir es mit einem Erwachsenen zu thun haben, so rathe ich, nicht das gleiche Glas für die Ferne und die Nähe zu tragen. — Es sollen einige Beispiele genommen werden: 1. Wir haben einen jungen Myopen. Die Myopie ist scheinbar 3 Dioptrien; wir finden aber eine Myopie, die in Wirklichkeit nur 1,5 Dioptrien beträgt. Wir lassen ihn eine Atropinkur machen, geben ihm für die Ferne eine Lorgnette von 1,5 Dioptrien. 2. Wir haben einen zwanzigjährigen Myopen von 5 Dioptrien. Es besteht kein Krampf. Er ist auf einem Geschäft wo er sich auch auf eine grössere Distanz orientiren soll. Wir lassen ihn ein Glas von 3 Dioptrien tragen. Das corrigirt ihn auf 50 cm; auch zum Geigenspiel wird dies Glas genügen. Wir schreiben ihm noch einen Zwicker von zwei Dioptrien auf, damit, auf seine Brille gesetzt, sieht er auch in die Ferne. —

Man hat also nur zuerst den Grad der Myopie zu bestimmen und zu fragen, auf welche Distanz man sehen soll. Diese Distanz ist in Dioptrien umzusetzen und von der Myopie abzuziehen. Das giebt die Nummer des Glases. Wir wollen sagen, wir haben eine Myopie von 8 Dioptrien. Dieser Mensch ist im gleichen Fall, wie ein Accommodationsloser, dem man Convex 8 aufgesetzt hat. Soll er nun auf 20 cm sehen, so müssten wir einem Accommodationslosen Convex 5 aufsetzen. Unser Myop hat aber Convex 8 auf. Wir müssen ihm also 3 abziehen, resp. ihm Concav 3 aufsetzen resp. $8 - 5 = 3$. Muss er auf 50 cm sehen, so brauchte der Accommodationslose hierzu Convex 2. Unser Myop hat aber 8 auf; wir müssen ihm also 6 wegnehmen, die er zu viel hat, resp. ihm Concav 6 aufsetzen, also $8 - 2 = 6$. Wollen wir ihn für unendlich corrigiren, so braucht er dafür alle seine 8 nicht, die er zu viel hat. Wir müssen ihm alle 8 nehmen oder mit anderen Worten ihm Concav 8 aufsetzen, also $8 - o = 8$. —

So wird die ganze Brillenfrage ein einfaches Subtractionsexempel..

Es entsteht nun noch die Frage, wie haben wir uns bei den ganz hohen Graden von Myopie zu verhalten? Wir wissen, dass diese Fälle eine besondere Kategorie bilden. Sie sind also immer mit Amblyopie verbunden und diese Leute wünschen sehr häufig auch für feinere Nähebeschäftigung Brillen. Man soll sie vor dem Brillengebrauch warnen. Darin scheinen die meisten Aerzte einig. Auch jene, die sonst unbedenklich die corrigirenden Gläser beständig tragen lassen, warnen vor Brillen, die 10 oder 12 Dioptrien übersteigen. Gerade bei den ganz hohen Graden nützt auch das Tragen von Gläsern wenig. Auch die stärksten Gläser bringen den Fernpunkt nur um wenige Centimeter hinaus.

Diesen Leuten kann man manchmal mit Glaskegeln, die vorn convex und hinten concav geschliffen sind, die eine Art galiläisches Fernrohr in einem Stücke darstellen, etwas helfen.

* * *

Für den Schaden, den zu starke Gläser stiften, habe ich übrigens auch direkte Beobachtungen. Ich habe gesehen, wie solche Leute wegen asthenopischer Beschwerden zu mir gekommen sind. Sie hatten einen leichten Grad von Neuritis optici. Ich verordnete Ruhe und das Tragen des passenden Glases. Ich hatte die Freude, nicht nur die Beschwerden verschwinden zu sehen, sondern auch ein Rückgehen der Myopie zu beobachten, das dem Patienten schon selbst aufgefallen war. So konnte ich direkt nachweisen, wie die Myopie unter dem zu starken Glase sich gesteigert hatte und wie sie, nachdem ein nur hinreichendes Glas getragen wurde, wieder zurückging. —

Astigmatismus.

Der wunderbare Bas des menschlichen Auges ist nicht vollkommen. Es besteht eine chromatische und eine sphärische Aberration. Die Cornea ist nicht ganz gleichmässig gewölbt in ihren verschiedenen Meridianen und so wird ein von einem Punkte ausgehendes Lichtbündel sich auch nicht in einem Punkte vereinigen, sondern in hintereinander liegenden verschiedenen Punkten. In dem stärker brechenden Meridian wird die Vereinigung früher zu Stande kommen, als in dem schwächer brechenden und es wird so eine

von vorn nach hinten ziehende Linie entstehen, die sogenannte Brennstrecke. Fängt man mit einem Schirme das Lichtbündel auf, so werden z. B. die senkrecht laufenden Strahlen sich schon zu einem Punkte vereinigt haben, während die horizontalen das noch nicht gethan haben, und man sieht nun statt eines Punktes eine horizontale Linie. Fängt man weiter hinten auf, so haben sich jetzt vielleicht die horizontalen Strahlen zu einem Punkte vereinigt und die senkrechten sind wieder auseinander gefahren zu einer senkrechten Linie. Der Lichtpunkt wird also das eine Mal als senkrechte, das andere Mal als horizontale Linie geschaut. Da nun jede Linie als eine Serie von Punkten angeschaut werden kann, so wird bald die horizontale, bald die verticale Linie deutlich und scharf erscheinen, nie beide zusammen. Man hat nun diesen Zustand der Cornea als Astigmatismus bezeichnet, von Alpha privativum und Stigma: Punkt. — Ein leichter Grad von Astigmatismus ist physiologisch und zwar ist in der Regel der senkrechte Meridian stärker gekrümmt und deshalb auch stärker brechend, als der horizontale. Wir sehen daher ferne senkrechte Linien besser, als horizontale. Um nämlich ferne senkrechte Linien scharf zu sehen, muss der horizontale Meridian für die Ferne eingerichtet sein, um horizontale Linien scharf zu sehen, aber der senkrechte. Der Grad des Astigmatismus wird bestimmt durch die Differenz der Refraktion in den beiden Hauptmeridianen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass bei dem gewöhnlichen regelmässigen Astigmatismus zwei auf einander senkrecht stehende Meridiane vorhanden sind, in derem einem die schwächste und in deren anderem die stärkste Refraktion besteht. Ist nun z. B. in einem Meridian Emmetropie, im andern Myopie von 2 Dioptrien vorhanden, so haben wir einen Astigmatismus von 2 Dioptrien. Ist in einem Meridian Myopie von 2 Dioptrien, im andern eine Hypermetropie von einer Dioptrie, so haben wir einen Astigmatismus von 3 Dioptrien, Je grösser der Grad des Astigmatismus ist, desto beträchtlicher wird die durch den Astigmatismus bedingte Sehstörung sein. Im Allgemeinen werden also die Astigmatiker zum Arzte kommen, weil sie bei Verrichtung einer feineren Arbeit gehindert sind, weil ihnen die Linien beim Lesen, die Zahlen beim Rechnen durcheinander kommen, die Zeichnungen sich beim Zeichnen verwirren. Intelligente Patienten geben zuweilen spontan an, dass sie horizontale oder senkrechte Linien nicht gut sehen.

Zur Diagnose des Astigmatismus hat man verschiedene Apparate,

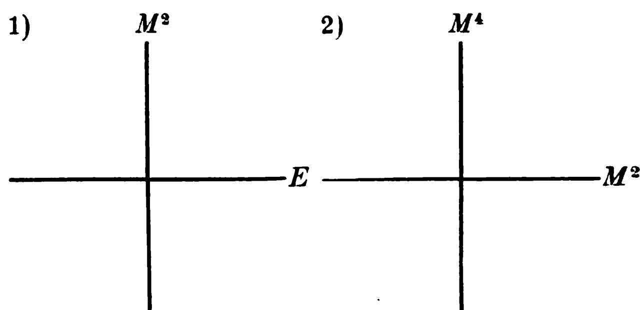
allerlei Zeichnungen und Tabellen angegeben. In den Snellen'schen Tafeln findet sich eine Tafel mit einem Halbkreis und seinen verschiedenen Radien, die in regelmässigen Intervallen ausgezogen sind. — Diese Tafel wird dem Betreffenden gezeigt und er gefragt, ob er alle Linien gleich deutlich sehe oder ob ihm einzelne deutlicher, schwärzer, als andere erscheinen. Die undeutlichste Linie giebt uns die Richtung der Axe des corrigirenden Glases. Nehmen wir z. B. an, dass die horizontale Linie undeutlich, grau erscheine, so zeigt das, dass der senkrechte Meridian nicht eingerichtet ist. Um denselben zu corrigiren, muss ich aber ein Cylinderglas mit horizontaler Axe vorhalten. Ob es ein negativer oder horizontaler Cylinder sein muss, erfahre ich dadurch, dass ich abwechselnd positive und negative sphärische Gläser vorhalte. Wird die vorher graue horizontale Linie z. B. durch ein positives Glas von 2 Dioptrien schwarz, so besteht also im senkrechten Meridian ein Astigmatismus hypermetropicus von 2 Dioptrien, den ich durch einen positiven Cylinder von 2 Dioptrien mit horizontaler Axe corrigire. Ist einmal die Diagnose des Astigmatismus gestellt, so handelt es sich darum, den Grad und die Art desselben zu bestimmen. Meistens besteht in beiden Meridianen Ametropie. Man corrigirt dann gewöhnlich zuerst den einen Meridian, soweit man noch eine Besserung des Sehvermögens erreicht. Nehmen wir z. B. an, dass man mit Concavgläsern eine Besserung erzielt. Wir bleiben dabei unserem schon früher ausgesprochenen Grundsatz treu, dass immer für fernstehende Gegenstände eingestellt wird, weil damit die störende Accommodation ausgeschlossen wird. Wir bringen also z. B. den Betreffenden mit Gläsern auf 1/2 S. — Nun setzen wir ihm Cylindergläser auf, d. h. Gläser, die nur in der Richtung einer Axe wirken, in der andern Axe sich wie Plangläser verhalten. Es ist wesentlich das Verdienst von Donders, sowohl den Astigmatismus wieder frisch entdeckt zu haben, als auch die Cylindergläser als sein Corrigens angegeben zu haben. Wir bringen nun so lange negative Cylinder in unserem Beispiele dazu, so lange wir noch Besserung des Sehvermögens erhalten. Wir wollen annehmen, dass wir in unserem Falle, während wir vorher durch sphärische Gläser nur auf 1/2 Sehschärfe gekommen, jetzt mit Concavcylinder 2, Axe horizontal auf S. 1 kommen, so haben wir also neben einer Myopie von 2 Dioptrien noch einen Astigmatismus von 2 Dioptrien im senkrechten Meridian. — Das wäre also ein normaler Astigmatismus, bei dem die stärkere Krüm-

mung in dem senkrechten Meridian sich befindet. — Im Allgemeinen entsteht schon der Verdacht auf Astigmatismus, wenn beim Prüfen mit Gläsern an einer gewissen Stelle Unsicherheit in den Angaben der Patienten entsteht, wenn sie angeben, sie sehen besser, wenn man auch bald stärkere, bald schwächere Gläser vorhält. Man macht nun den Versuch mit der Zeichentafel, bestimmt die Richtung der Hauptmeridiane und prüft dann nach mit Cylindergläsern. — Man darf dabei nicht verschweigen, dass für genauere Bestimmungen von Astigmatismus immerhin schon eine grössere Uebung in derartigen Untersuchungen nothwendig ist. Man hat auch eine Anzahl von einfacheren und complicirteren Apparaten für Bestimmung des Astigmatismus angegeben, von denen weitaus der beste das Ophthalmometer ist.

Man hat den Astigmatismus eingetheilt in einfachen und zusammengesetzten Astigmatismus. Einfach nennt man ihn, wenn in dem einen Meridian Emmetropie besteht. Zusammengesetzt nennt man ihn, wenn in beiden Meridianen Ametropie sich befindet. Also eine stärkere und eine schwächere gleichnamige Ametropie in den beiden Hauptmeridianen. — Gemischt nennt man den Astigmatismus, wenn in dem einen Meridian Myopie und in dem andern Hypermetropie besteht. Wenn ein gemischter Astigmatismus besteht, so kann man sich zur Correction bicylindrischer Linsen bedienen, die, in der einen Axe genommen ein Convexglas, in der andern ein Concavglas darstellen.

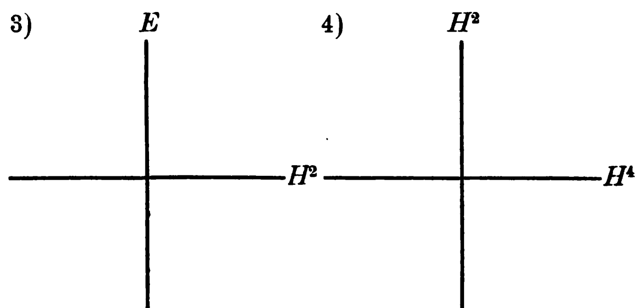
Sagen wir überhaupt noch ein Wort über die Correction, so kann in dem gegebenen Falle häufig auf verschiedene Art geholfen werden. Wir werden uns das am besten an einem praktischen Beispiel klar machen. Nehmen wir also an, wir haben es mit einem Astigmatismus zu thun, wo in dem einen Meridian H 2, im andern H 4 besteht, so haben wir also einen hypermetropischen Astigmatismus von 2 Dioptrien, so können wir ihn corrigiren mit einem sphärisch convexen Glase von 2 D. und einem positiven Cylinder von 2 D. oder mit sphärisch convex 4 und einem negativen Cylinder von 2 D. oder aber mit einem positiven Cylinder von 4 und einem solchen von 2 Dioptrien. —

Wir lassen noch die verschiedenen Arten des Astigmatismus mit je einem praktischen Beispiel folgen und geben dabei die Correction. — Wir ziehen die Meridiane in Linien aus und setzen zum Meridian seine Brechung. —



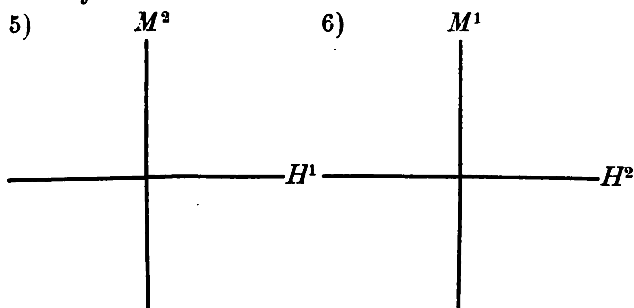
1) Asm. Correction: — Cylinder 2 — Axe, bei entstehender Presbyopie dann + Cylinder mit | Axe. — Grad: As. 2. —

2) M. mit Asm. Correction: — Cylinder 2 — Axe, damit ist der Betreffende ein Myop von 2 D. geworden, der im späteren Alter zu seinen Gläsern noch ein entsprechendes Convexglas braucht. — Grad: As. 2. —



3) Ash. Correction: + Cylinder 2, senkrechte Axe, später die entsprechenden sphärischen Gläser dazu. — Grad: As. 2. —

4) H. mit Ash. Correction: sphärisch 2 comb. mit Convexcylinder 2 mit senkrechter Axe oder sphärisch 4 und Concavcylinder mit — Axe oder bicylindrisch convex 4 mit | Axe und bicyl. convex 2. — Axe. — Grad: As. 2. —



5) Asmh. Correction: bicylindrisch — cyl. 2 — Axe und + cyl. 1 | Axe oder — sphärisch 2 und + cyl. 3 | Axe, im späteren Alter nur + cyl. 3 | Axe. —
6) Ashm. Correction: bicylindrisch — cyl. 1 — Axe und positiver Cylinder 2 | Axe, oder + 2 sphärisch u. — cyl. 3 Axe. —

Anisometropie.

Der Vollständigkeit halber muss auch noch desjenigen nicht sehr häufigen Zustandes Erwähnung geschehen, wo auf beiden Augen ein verschiedener Brechzustand besteht, z. B. auf einem Auge Myopie, auf dem andern Hypermetropie. Oder es können verschiedene Grade von Myopie oder Hypermetropie auf beiden Augen bestehen. Man hat diesen Zustand Anisometropie geheissen. Sind verschiedene Arten von Refraktion auf beiden Augen, so besteht häufig kein gemeinschaftlicher Sehakt. In diesem Falle wird dann das kurzsichtige Auge für die Nähe, das übersichtige für die Ferne benutzt. Selten gelingt es in diesen Fällen, durch Correction beider Augen mit Convexglas einerseits und Concavglas andererseits die Augen zu gemeinschaftlicher Arbeit zu bringen. Selbst bei verschiedenen Graden einer und derselben Art von Ametropie wird nicht immer eine Correction auf das gleiche Maass gewünscht, besonders nicht für die Nahearbeit. — Es soll z. B. auf der einen Seite M 5, auf der andern M 2 bestehen, so wird z. B. zur Arbeit nicht auf der einen Seite 4, auf der andern 1 gut vertragen; es wird den Betreffenden vielleicht angenehmer sein, beiderseits nur — 1 zu tragen. Es lassen sich also hier keine allgemein gültigen Regeln geben. Hat man die vorigen Kapitel gut studiert, so wird man sich auch hier zu helfen wissen.

Verlag von J. F. BERGMANN in Wiesbaden.

Die

Methoden der Bakterien-Forschung.

Handbuch

der gesammten Methoden der Mikrobiologie.

Von

Dr. **Ferdinand Hueppe,**

Professor der Hygiene an der Deutschen Unversität zu Prag.

FÜNFTE verbesserte Auflage.

Mit 2 Tafeln in Farbendruck und 68 Holzschnitten.

Preis M. 10,65, gebunden M. 12.—

Syphilis und Auge.

Nach eigenen Beobachtungen.

Von Dr. **Alexander.**

Preis M. 6.—

Uterus und Auge.

Von Dr. **Salo Cohn.**

Preis M. 6.—

Zur

Chirurgie der Harnorgane.

Von

Sir **Henry Thompson**

in London.

Mit 25 Abbildungen. — Preis: 3 Mark 60 Pf.

Der Mikroorganismus

der

Gonorrhoischen Schleimhaut-Erkrankungen.

Von

Dr. **Ernst Bumm,**

Privatdocent zu Würzburg.

Mit 14 Abbildungen in Lithographie. — Preis 6 Mark.

Die nervösen Störungen sexuellen Ursprungs.

Von

Dr. **L. Loewenfeld**

in München.

Preis M. 2.80.

Ueber die Entwickelung der Placenta von Myotus murinus. Von Prof. Richard Frommel in Erlangen. M. 20.—

Die hydroelektrischen Bäder, ihre physiologische und therapeutische Wirkung. Von Dr. Gust. Lehr zu Wiesbaden. Mit Holzschnitten. M. 2.70

Studien über Aetiologie und Pathogenese der spontanen Hirnblutungen. Von Dr. L. Löwenfeld in München. Mit Tafeln. M. 6.—

Die sympathischen Augenleiden. Von Prof. Dr. L. Mauthner in Wien. M. 3.—

Die Lehre von den Augenmuskellähmungen. Von Prof. Dr. L. Mauthner. M. 10.—

Die Lehre vom Glaucom. Von Prof. Dr. L. Mauthner. M. 8.40

Mittheilungen aus der Medicinischen Klinik zu Würzburg. Herausgegeben von Geh. Rath Prof. Dr. C. Gerhardt und Dr. F. Müller. Zwei Bände. M. 16.70

Der Mikroorganismus der gonorrhoischen Schleimhaut-Erkrankungen „Gonococcus Neisser“. Von Dr. Ernst Bumm, Privatdocent an der Universität Würzburg. **Zweite** Auflage. Mit 5 Tafeln. M. 6.—

Zur pathologischen Anatomie des Auges bei Nierenleiden. Von Dr. Carl, Herzog in Bayern. Mit 6 Tafeln. M. 5.—

Zur Lehre von der Herzirregularität und Incongruenz in der Thätigkeit der beiden Herzhälften. Von Prof. Dr. Franz Riegel, Geh. Med.-Rath und Director der med. Klinik in Giessen. M. 3.—

Sehproben zur Bestimmung der Sehschärfe. Von Dr. Guillery, Stabsarzt in Köln. M. 3.—

Inhalt: 5 grössere Tafeln zum Anheften an die Wand. 1 kleine Tafel in Taschenformat. 1 kleine Sehprobe für die Nähe. 1 Heft: Erläuternder Text.

Die Mystik im Irrsinn. Von Dr. Gustav Specht, Kgl. Hilfsarzt an der Kreisirrenanstalt Erlangen. M. 2.80

Die Behandlung der Uraemie. Von Prof. Dr. Leube in Erlangen. M. 1.—

Anleitung zur Wundbehandlung. Von Dr. M. Schaechter in Budapest. M. 6.—

Chirurgische Erfahrungen in der Rhinologie und Laryngologie. Von Dr. med. Max Schaeffer in Bremen. Mit 7 Abbildungen. M. 3.60

Die Behandlung der Empyeme. Von Dr. M. Schede, Oberarzt am Allgemeinen Krankenhause in Hamburg. M. 2.40

Die Kompressions-Myelitis bei Karies der Wirbelsäure. Von Dr. Hans Schmaus in München. M. 6.—

Die Fadenpilze. Medicinisch-botanische Studien. Von Dr. F. Siebenmann in Basel. Zweite vermehrte Ausgabe. Mit 23 Abbildungen. M. 3.—

Zwanzig Jahre klinischer Thätigkeit. Von Prof. O. Becker in Heidelberg. M. 3.—

syph gen

Dire

„Die ε Anatomie
der Nervens chen Er-
krankungen uf Grund
sorgfältiger cht nur
den Syphi ch den
Praktiker rift.

Ergebnisse
der
Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Unter Mitwirkung von

K. v. Bardeleben, Jena; D. Barfurth, Dorpat; G. Born, Breslau; Th. Boveri, München; J. Disse, Göttingen; C. Eberth, Halle a/S.; W. Flemming, Kiel; A. Froriep, Tübingen; C. Golgi, Pavia; F. Hermann, Erlangen; F. Hochstetter, Wien; G. v. Kupffer, München; W. Roux. Innsbruck; J. Rückert, München; Ph. Stöhr, Zürich; H. Strahl, Marburg; H. Strasser, Bern.

Herausgegeben von

Fr. Merkel in Göttingen und **R. Bonnet** in Giessen.

I. Band: 1891.

Preis: M. 25.—.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.